

FERNANDO ANTONIO SOUZA BEMERGUI

**RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS E RELAÇÃO ENTRE ALTURA TOTAL E ALTURA  
COMERCIAL, NA FLORESTA TROPICAL DO CENTRO FLORESTAL  
HERRERA, IQUITOS - PERU**

Dissertação submetida à consideração da Comissão Examinadora, como requisito parcial na obtenção do Título de "Mestre em Ciências — M.Sc.", no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

1980

FERNANDO ANTONIO SOUZA BEMERGUI

RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS E RELAÇÃO ENTRE ALTURA TOTAL E ALTURA  
COMERCIAL, NA FLORESTA TROPICAL DO CENTRO FLORESTAL HERRERA,  
IQUITOS - PERU

Dissertação submetida à consideração da Comissão Examinadora, como requisito parcial da obtenção do Título de "Mestre em Ciências - M.Sc.", no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

1980



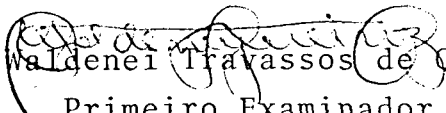
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

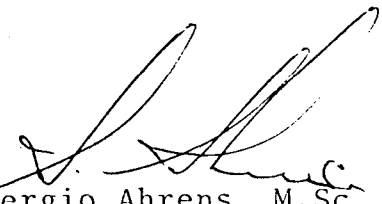
P A R E C E R


Os membros da Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato FERNANDO ANTONIO SOUZA BEMERGUI, sob o título "RELAÇÕES HIPSONÔMETRICAS E RELAÇÃO ENTRE ALTURA TOTAL E ALTURA COMERCIAL, NA FLORESTA TROPICAL DO CENTRO FLORESTAL HERRERA, IQUITOS-PERÚ", para obtenção do grau de Mestre em Ciências - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, área de concentração MANEJO FLORESTAL, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação, completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

Observação: O critério de avaliação da Dissertação e defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 02 de dezembro de 1980.

Professor  Waldenei Travassos de Queiroz, M.Sc.  
Primeiro Examinador

  
Professor Sergio Ahrens, M.Sc.  
Segundo Examinador

  
Professor Dietrich Burger, Dr.  
Presidente



Aos meus pais  
e irmãs,

ã Fabíola, Fernanda e  
Lourdes,

DEDICO

## BIOGRAFIA

Fernando Antonio Souza Bemergui, filho de Elias Bemergui e Catarina Souza Bemergui, nasceu em Santarém, Estado do Pará, no dia 10 de abril de 1948.

Concluiu o primeiro grau no Grupo Escolar Frei Ambrósio, na Cidade de Santarém.

Em 1962 iniciou o estudo secundário no Seminário São Pio X, concluindo o mesmo no Colégio Dom Amando de Santarém, em 1968.

Em 1970 iniciou o Curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná, graduando-se em dezembro de 1973.

Em 1974 ingressou no PRODEPEF/IBDF, da Delegacia do Pará.

Em 1978 iniciou atividades no Projeto Radambrasil, Divisão de Vegetação, Base de Apoio em Goiânia - Goiás, onde exerceu função no setor de Processamento e Análise de Dados.

Em 1979 iniciou o Curso de Mestrado em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná na Área de Manejo Florestal, concluindo os créditos para o grau de M.Sc. em junho de 1980.

Em maio de 1980 ingressou no Departamento Florestal da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

## AGRADECIMENTO

O autor deseja expressar seus agradecimentos ao orientador Professor Dr. Dietrich Burger, por sua dedicação e estímulo.

Aos co-orientadores Professores Dr. Sebastião do Amaral Machado e Dr. Roberto Tuyoshi Hosokawa, pelas sugestões e orientações apresentadas.

À Faculdade de Ciências Agrárias do Pará pela licença e suporte financeiro concedidos, na conclusão de estudo na Escola de Florestas da Universidade Federal do Paraná.

Aos colegas do Departamento Florestal da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, pelos encargos e mais de trabalho na ausência do autor.

Aos técnicos da Divisão de Vegetação do Projeto Radam-brasil, por tudo e pela grande amizade.

Ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, por possibilitar a realização deste estudo.

Ao Professor Waldenei Travassos de Queiroz, da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará pela ajuda e estímulo.

Ao Engenheiro Florestal Hugo Barbosa Amorim, pela amizade e convivência diária.

Ao Engenheiro Florestal Pedro Paulo Imbiriba e Arlete Imbiriba, pela força e amizade, nesta jornada.

Ao Revmo. Frei Nestor Windolph, Ofm por suas orações e amizade.

Ao Engenheiro Florestal Grimaldo Villanueva pelos dados fornecidos, para o presente estudo.

Aos demais Professores e colegas do curso que, direta ou indiretamente colaboraram na realização do presente trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE QUADROS .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Importância da avaliação quantitativa e quali- tativa da produção florestal .....	1
1.2. Natureza e implicações do problema .....	1
1.3. Objetivos .....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	20
3.1. Material .....	20
3.1.1. Localização, limites e extensão da área .....	20
3.1.2. Vegetação .....	22
3.1.3. Clima e hidrologia .....	22
3.1.4. Solos .....	22
3.1.5. Geomorfologia e relevo .....	23
3.1.6. Dados utilizados .....	23
3.1.6.1. Amostragem .....	23
3.1.6.2. Dados coletados no espaço amostral ...	24
3.2. Métodos .....	24
3.2.1. Processamento de dados .....	24
3.2.2. Análise de correlação .....	25
3.2.3. Equações de regressão para estimar a altura to- tal e altura comercial .....	33



	Página
3.2.4. Seleção dos melhores modelos .....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
4.1. Correlação simples .....	39
4.2. Modelo de equação de regressão .....	48
4.3. Seleção dos melhores modelos para estimar altura total e altura comercial .....	48
4.4. Tabelas para determinar altura total e altura comercial .....	54
5. CONCLUSÕES .....	61
6. RESUMO .....	64
SUMMARY .....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
APÊNDICE .....	72

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
01.	Curvas de altura em povoamentos de <u>Pinus sil-</u> <u>vestris</u> em idades diferentes .....	15
02.	Gráfico de 5 funções diferentes com os mesmos dados .....	16
03.	Estrato de altura de diferentes espécies .....	17
04.	Local de coleta de dados .....	21
05.	Relação entre classes de DAP c/c e altura total com a função ajustada .....	44
06.	Relação entre classes de DAP c/c e altura co- mercial com a função ajustada .....	45
07.	Relação entre classes de altura total e altura comercial com a função ajustada .....	46
08.	Relação entre classes de altura comercial e al- tura total com função ajustada .....	47

## LISTA DE QUADROS

QUADRO	Página
01. Distribuição das árvores em classes de alturas.	26
02. Distribuição das árvores em classes de DAP c/c e altura total .....	28
03. Distribuição das árvores em classes de DAP c/c e altura comercial .....	30
04. Modelos de equações de regressões testados para a relação hipsométrica .....	34
05. Modelos de equações de regressões testadas para a relação altura total/altura comercial .....	35
06. Modelos de equações de regressões testadas para a relação altura total/DAP c/c, altura comercial .....	36
07. Relação das variáveis dependentes e independentes utilizadas nos modelos de regressão .....	37
08. Coeficientes de correlação simples do DAP com as variáveis estudadas, para toda a floresta, para os 3 estratos e para as 5 espécies mais frequentes .....	40
09. Coeficientes de correlação simples da altura total com as variáveis estudadas, para toda floresta, para os 3 estratos e para as 5 espécies mais frequentes .....	41
10. Coeficientes de correlação simples da altura comercial com as variáveis estudadas, para toda floresta, para os 3 estratos e para as 5 espécies mais frequentes .....	42

11.	Equações com erro-padrão residual da relação hipsométrica para estimar a altura total .....	50
12.	Equações com erro-padrão residual da relação hipsométrica para estimar a altura comercial..	51
13.	Equações com erro-padrão residual da relação altura total/altura comercial para estimar a altura total .....	52
14.	Equações com erro-padrão residual da relação altura total/altura comercial para estimar a altura comercial .....	52
15.	Equações com erro-padrão residual da relação altura total/DAP e altura comercial para estimar a altura total .....	52
16.	Estimativa da altura total através da relação hipsométrica .....	55
17.	Estimativa da altura comercial através da relação hipsométrica .....	57
18.	Estimativa da altura total através da relação altura total/altura comercial .....	58
19.	Estimativa da altura comercial através da relação altura comercial/altura total .....	59
20.	Florística .....	73
21.	Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para toda a floresta .....	82
22.	Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para o estrato 1 .....	84
23.	Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para o estrato 2 .....	86

24.	Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para o estrato 3 .....	88
25.	Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie cumala colorada .....	90
26.	Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Machimango blanco .....	92
27.	Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Parinari .....	94
28.	Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Shimbillo ....	96
29.	Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Tangarana ....	98
30.	Coeficientes e estatística básica da relação hipsométrica dos modelos de regressão testados para estimar a altura total do Centro Herrera..	100
31.	Coeficientes e estatística básica da relação hipsométrica dos modelos de regressão testados para estimar a altura comercial do Centro Herrera .....	104
32.	Coeficientes e estatística básica da relação <u>altura total/altura comercial</u> dos modelos de regressão testados para estimar a altura total do Centro Herrera .....	107
33.	Coeficientes e estatística básica da relação <u>altura total/altura comercial</u> dos modelos de regressão testados para estimar a altura comercial do Centro Herrera .....	108

34.	Coeficientes e estatística básica da relação altura total/DAP, altura comercial dos modelos de regressão testados para estimar a altura total do Centro Herrera .....	109
-----	---	-----

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA PRODUÇÃO FLORESTAL

A preocupação mundial e nacional, na atual conjuntura político-social de todo o mundo está voltada à paz mundial, problemas nucleares e à crise do ouro negro: petróleo.

Assim sendo, as atenções de todos os povos estão voltadas para os problemas energéticos, suas formas alternativas e possíveis substituições do petróleo por outras fontes energéticas.

Dentre as possíveis opções encontra-se a floresta, seus produtos florestais, sua produção madeireira, suas resinas, seus benefícios diretos e indiretos, oxigênio, sua fonte de alimentos, seu refúgio ecológico na conservação e preservação da flora e fauna, seus óleos energéticos, metanol, etanol e hidrocarbonetos carburentes, sua volumetria, seus incrementos dendrométricos e suas alturas

### 1.2. NATUREZA E IMPLICAÇÕES DO PROBLEMA

As relações estudadas no presente trabalho são:

a) A relação altura/diâmetro, denominada relação hipsométrica e definida conforme o I ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES PARA PADRONIZAÇÃO DA TERMINOLOGIA FLORESTAL<sup>16</sup>, co-

mo a regressão da altura sobre o diâmetro em povoamentos, em determinada data. A relação altura/diâmetro é muito importante e usada no manejo florestal, como também no estudo da estrutura do povoamento.

b) A relação altura total/altura comercial, do mesmo modo que altura comercial/altura total é o estudo de regressão entre as duas alturas em determinada época. Esta relação é importante no estudo da estrutura do povoamento e na estimativa de volume não comerciável da biomassa florestal, mas de aproveitamento nas alternativas energéticas, como carvão vegetal.

c) A relação dupla entre altura total/DAP e altura comercial é o estudo de regressão da altura total como função do DAP e altura comercial, variáveis coletadas quase sempre em qualquer levantamento, inventário e experimento florestal, como opção de alguns pesquisadores no estudo da volumetria total das árvores individuais, como também de povoamentos.

Para HUSCH et al<sup>26</sup>, a relação hipsométrica serve para classificar povoamentos em diferentes categorias, com fins de preparar tabelas do volume do povoamento, ou transformar tabelas de volume regionais em tabelas de volume local.

Segundo GOMES<sup>20</sup>, a medição de altura em povoamentos naturais ou artificiais com instrumento apropriado, não há dúvida de que apresentam resultados satisfatórios, porém não são econômicos, devido ao tempo que se gasta na medição de cada indivíduo.



De acordo com BRUCE & SCHUMACHER<sup>3</sup>, dentro da área do manejo florestal, sente-se a necessidade de encontrar, um método para estimar o estoque atual, bem como prognosticar a produção de anos subseqüentes.

HUSCH et al<sup>26</sup> afirmam que levantamentos de experimentos que impliquem em aumento dendrométrico, necessitam, sempre, medições precisas, com mínimo custo, redução no tempo de trabalho e mínimos erros.

De acordo com CHAPMAN & MEYER<sup>7</sup>, a relação hipsométrica é muito importante no manejo florestal, porém possui baixa correlação, inclusive em povoamentos homogêneos.

Segundo HEINSDIJK & BASTOS<sup>23</sup>, estudar e planejar o manejo de uma floresta tropical qualquer, sem o conhecimento prévio de suas variáveis básicas, altura total, altura comercial e diâmetro à altura do peito, bem como estudo das relações: altura/DAP, altura total/altura comercial e altura total/DAP, altura comercial, torna-se muito difícil e oneroso.

Em vista de tais considerações, é de suma importância o estudo das associações básicas existentes entre as variáveis: altura total, altura comercial e DAP, denominada correlação simples, como também um estudo da dependência das referidas variáveis, nos modelos matemáticos e procedimentos estatísticos propostos, segundo FREESE<sup>17</sup>, definida como regressões lineares simples ou múltiplas, reduzindo, assim, na área do manejo florestal o tempo e custos na coleta de dados para determinada informação.

Em virtude de tais ponderações, precisa-se estudar, inicialmente, as correlações básicas entre as referidas va-

riáveis. Em seguida, conhecer melhor a relação hipsométrica, a relação entre altura total e altura comercial e a relação entre altura total como função do DAP e altura comercial, para se estudar a estrutura do povoamento e estruturar com segurança um plano de manejo sustentado.

Todas estas razões mencionadas anteriormente, indicam a necessidade de se encontrar a melhor relação altura/DAP, altura total/altura comercial e a relação dupla entre as variáveis básicas: altura total, altura comercial e DAP. Assim, através das correlações e regressões, busca-se alcançar resultados próximos dos parâmetros verdadeiros, das variáveis estimadas, altura total e altura comercial, com bom grau de precisão e baixo erro-padrão da estimativa.

### 1.3. OBJETIVOS

O presente estudo pretende alcançar os seguintes objetivos:

a) Analisar as correlações existentes entre os seguintes parâmetros dendrométricos: altura total, altura comercial e diâmetro à altura do peito.

b) Analisar 21 modelos para a relação hipsométrica, usando como variável dependente, tanto altura total como altura comercial, parâmetros de difícil obtenção em inventários, levantamentos e pesquisas florestais, em função do diâmetro à altura do peito, variável fácil de ser medida no campo.

c) Analisar 7 modelos para a relação altura total/altura comercial.

d) Analisar 3 modelos para a relação dupla entre altura total, DAP e altura comercial.

e) Confeccionar tabelas de estimativas para altura total e altura comercial.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

TROREY<sup>41</sup>, através de estudos da relação altura/diâmetro para diferentes espécies com um grande número de árvores concluiu que o modelo parbólico da forma  $H = a + bD + cD^2$  expressa uma exata representação da relação altura/diâmetro.

KORSUN<sup>29</sup>, usando uma formulação diferente introduziu no modelo, como variáveis independentes o fator de forma (K) e o diâmetro a metade da altura (DAP 1/2) e o próprio comprimento do tronco.

$$H = b_0 + b_1K + b_2D + b_3D_{1/2} + b_4L$$

H = altura total

K = fator de forma

D = DAP

$D_{1/2}$  = diâmetro à metade do comprimento aproveitável

L = comprimento aproveitável do fuste

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_4$  = coeficiente a estimar

MEYER<sup>32</sup> também sugere que a altura pode ser expressa em função do diâmetro ou idade.

$$Y_e = H(1 - e^{-ax})$$

$Y_e$  = altura estimada

H = altura máxima medida

e = base do logaritmo natural

x = diâmetro ou idade

a = coeficiente a ser estimado

MICHAILLOF<sup>33</sup> estudou a equação  $n = a e^{-b/x}$  ou transformando em logaritmo  $\ln n = \ln a - b 1/x$ . É mais adequada na determinação da regressão curvilínea entre altura/diâmetro.

n = altura total - 1,3

x = DAP

a,b = coeficiente a estimar

Ln = logaritmo natural

PRODAN\*, citado por LOETSCH et al<sup>31</sup>, estudando a relação hipsométrica, propôs a função hiperbólica para povoamentos multianos.

$$h - 1,3 = \frac{D^2}{b_0 + b_1 D + b_2 D^2}$$

CHAPMAN & MEYER<sup>7</sup> dizem que a relação altura/diâmetro não é explicada, como sendo uma relação biológica definida, como altura/idade ou diâmetro/idade, apresentando grande variabilidade em altura para um mesmo diâmetro em sítios e idades diferentes.

HENRICKSEN<sup>24</sup> demonstra que a relação altura/logaritmo do diâmetro é aproximadamente linear e é expressa pela equação geral:

$$h = a \text{ Log DAP} + b$$

\* PRODAN, M. Zuwachs und Ertragsuntersuchungen im Plenterwald. Thesis. Univ. Freiburg i. Br. 1944.

Quando testada para "Norway Spruce", "Beech", a inclinação tendeu a crescer com o aumento da altura, enquanto que o ponto de interseção com o eixo dos Y permanece mais ou menos constante com o desenvolvimento do povoamento.

PETTERSON<sup>36</sup>, estudando a relação altura/diâmetro, propôs a seguinte equação:

$$\frac{1}{\sqrt[3]{H - 1,3}} = b_0 + \frac{b_1}{D}$$

A curva é forçada a passar pelos pontos (0, 1,3), e tendo altura assintótica definida por:

$$\frac{1}{b_0^3} + 1,3$$

BRUCE & SCHUMACHER<sup>3</sup> dizem que nem sempre às maiores alturas correspondem os maiores diâmetros e por isso há uma tendência da curva se inclinar para baixo.

EMROVIC<sup>15</sup>, estudando a relação altura/diâmetro, considera as influências do solo e tipo da parcela na coleta de dados, e propôs a seguinte equação:

$$Y = a + \left( \frac{x}{1 + x} \right) b$$

$$Y = \text{altura} - 1,3$$

$$x = \text{diâmetro}$$

$$a, b = \text{coeficientes}$$

Com os levantamentos realizados pela missão FAO na Amazônia (SUDAM<sup>40</sup>), foram feitos estudos sobre a relação da altura média, comercial e classe de diâmetro para a

espécie Sweetenia macrophylla King-Mogno. Sendo testadas as 4 equações que seguem:

$$1) Y = 7,50 + 0,345 x$$

$$2) Y = 10,546 - 0,6824 x + 0,0773 x^2$$

$$3) Y = 0,914 + 4,0966 x - 0,5086 x^2 + 0,0214 x^3$$

$$4) Y = 0,0550 + 4,0908 x - 0,6652 x^2 + 0,0517 x^3 - 0,001532 x^4$$

Y = altura média nas classes de diâmetro

x = classe de diâmetro

A equação que apresentou melhor resultado foi a de nº 3, apresentando, portanto, uma relação entre classes de diâmetro e altura.

KER & SMITH<sup>28</sup>, estudando vários modelos, constataram melhor aplicação do mesmo na parte ascendente da curva, com o modelo parabólico:

$$H = 4,5 + bD - cD^2$$

DISSECU<sup>11</sup> estudou o modelo  $H = a \log DAP + b$ , usado por HENRICKSEN<sup>24</sup> em povoamentos de Silver Fir na determinação altura em função do diâmetro.

ANDRADE<sup>1</sup> indica o modelo parabólico  $H = a + bD - cD^2$ , para a família das Mirtaceae do horto florestal Aimores - SP.

PARDE<sup>37</sup>, estudando a relação altura/diâmetro, sugere o modelo parabólico para explicar a relação.

HUSCH et al<sup>26</sup> afirmam que se duas variáveis, apresentarem relação com uma variável comum a elas, estas também se correlacionam entre si. Desde que a altura e diâmetro depen-

dam e se relacionem com idade, variável comum ao diâmetro e altura, existe correlação entre altura e diâmetro. E indicam as mais importantes funções de altura/diâmetro desenvolvidas:

$$1) H = 4,5 + bD - cD^2 \quad (\text{TROREY, 1932})$$

$$2) H = 4,5 + h(1 - e^{-aD}) \quad (\text{MEYER, 1940})$$

$$3) H = a + b \log D \quad (\text{HENRICKSEN, 1950})$$

$$4) \log H = a + b \log D \quad (\text{STOFFELLS e VAN SOEST, 1953})$$

Onde:

H = altura total                      h = altura máxima

D = DAP

e = base dos logaritmos naturais

a, b, c = coeficientes a estimar

A equação parabólica  $H = 4,5 + bD - cD^2$ , pode ser usada para descrever melhor a relação altura/diâmetro de muitos povoamentos. Contudo, deseja-se usar uma função matemática para descrever a relação altura/diâmetro de um povoamento específico, devendo-se testar qual a função que melhor se aplica e ajusta aos dados.

Em levantamentos florestais a curva de altura representa o estado atual com respeito à relação altura/diâmetro, na época em que o inventário foi realizado. Acontece que a relação altura/diâmetro no presente não será necessariamente aquela que existirá no futuro para as mesmas árvores. Esta diferença na mudança não é importante quando se testa grandes áreas ou em floresta balanceada multiana, porém em povoamen-



tos equianos ou para pequenas áreas florestais pode conduzir a erros substanciais, indo até 40% ou mais no incremento do volume.

CLIFFORD<sup>8</sup>, estudando relação hipsométrica, diz que forma da relação não é afetada pela densidade do povoamento. O modelo, tanto se aplica a povoamentos densos, onde o crescimento em diâmetro é reduzido, quanto para povoamentos com destabastes sucessivos, onde o crescimento em diâmetro é vigoroso. Comparando diversas relações entre altura e diâmetro em povoamentos equianos de P. ponderosa e P. taeda, chegou à conclusão de que a equação  $H = a + b \text{ Log } D$ , apresentada por HENRICKSEN<sup>24</sup>, é a que melhor se ajustou e deu resultados.

CURTIS<sup>9</sup>, testando equações semi-logarítmicas sigmóides encontrou os seguintes modelos:

$$1) \text{ Log } (H - 4,5) = a + bD^{-1}$$

$$2) \text{ log } (H - 4,5) = a + b \text{ Log } D$$

$$3) \text{ Log } (H - 4,5) = b_1 \text{ Log } D + c (\text{Log } D)^2$$

Também usando modelos que a altura está em função do diâmetro e idade, propôs a seguinte equação:

$$\text{Log } H = b_0 + b_1 \frac{1}{D} + b_2 \frac{1}{I} + b_3 \frac{1}{DI}$$

Onde:

H = altura (m)

D = DAP

I = idade

a, b = coeficientes

PITA CARPENTER<sup>38</sup>, trabalhando em povoamentos de Pinus pinaster Aitem, Pinus uncinata Ramond, Eucalyptus globulus hábill, aplicou os modelos que seguem para relacionar altura/diâmetro:

$$1) H = a + b D + cD^2$$

$$2) H = 1,3 + \left( \frac{D}{a + bD} \right)^2$$

Onde:

H = altura

D = DAP

a, b, c = coeficientes a estimar

Para bosques irregulares a relação altura/diâmetro quase não se alterou com o tempo e a mesma relação pode ser usada em inventários sucessivos. Quanto mais irregular for o povoamento, a diferença de ajuste entre as duas fórmulas aumenta. Com o povoamento estudado por PITA CARPENTER a equação que melhor se ajustou foi a parabólica:  $H = a + b D + cD^2$

ANUCHIN<sup>2</sup>, aconselha a equação logarítmica  $H = a + b \log D$ , proposta por HENRICKSEN<sup>24</sup> para a relação altura/diâmetro. Diz ainda que a curva é bastante íngreme para povoamentos jovens em classes de sítios bons, mas declina lentamente em povoamentos velhos de classes de sítios pobres.

EK<sup>13</sup> estudou 12 modelos para a relação altura/diâmetro e avaliou através da simulação para estimar a altura das árvores com amostras de tamanho pequeno. Encontrou o melhor ajuste com o modelo parabólico  $H = b_0 + b_1 D + b_2 D^2$ , que é mais comumente usado e empregado.

BRUCHWALD<sup>4</sup>, estudando dados de 3.578 árvores em seis povoamentos na Polônia, observou que a relação entre altura/diâmetro era bem expressa por uma parábola de 2.<sup>a</sup> ordem. Concluiu que o levantamento de 20 ou 30 árvores é suficiente para a construção da curva de altura e com este número de árvores o erro-padrão está em torno de 1,0%.

EMBRY & GOTTFRIED<sup>14</sup>, testando as equações propostas por CURTIS<sup>9</sup>, sem a variável independente idade, em bosques mistos de coníferas, encontrou o melhor ajuste para a seguinte equação:

$$1) \text{ Log } (H - 4,5) = b_1 \text{ Log } D^2$$

Usou também outras equações que deram um ajuste mais baixo, para árvores com diâmetros pequenos, tais como:

$$2) H = b_0 + b_1 D + b_2 D^2$$

$$3) H = 4,5 + b_1 D + b_2 D^2$$

$$4) H = b_0 + b_1 \text{ Log } D$$

$$5) H = 4,5 + b_1 \text{ Log } D$$

Onde:

H = altura (m)

D = DAP (cm)

$b_0, b_1, b_2$  = coeficientes a estimar

HOSOKAWA & MACEDO<sup>27</sup>, estudaram os seguintes modelos aplicados à Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze.:

$$1) H = a + b/D + cD$$

$$2) H = a + b D^2$$

$$3) H = a D^b$$

$$4) H = a + bD + cD^2$$

$$5) H = a + b D$$

$$6) H = a + b D + cD^2 + d D^3$$

Onde:

H = altura (m)

D = DAP (cm)

Concluíram que fossem estudadas mais equações que definam melhor a relação altura/diâmetro.

VEIGA<sup>43</sup>, sugere as equações aritméticas para o estudo do *Eucalyptus* na ocasião do 1º corte.

$$HT = a + b Do + CDo^2$$

$$H5 = a + bDo + cDo^2$$

$$H8 = a + b Do + cDo^2 + dDo^3 + eDo^4 + fDo^5$$

Onde:

HT = altura total (m)

D = diâmetro

H5 = altura comercial até o diâmetro de despona 0,05 m

H8 = altura comercial até o diâmetro de despona 0,08 m

MACHADO & ALBERTIN<sup>34</sup>, estudando bosque secundário tropical, para todas as espécies, para algumas espécies e para a família das Lauraceae, tanto para todo o bosque, como para as espécies, as equações quadráticas ou parabólicas do tipo:  $Y = b_0 + b_1x + b_2x^2$  e logarítmicas do tipo:  $Y = b_0x^{b1}$ , apresentaram praticamente o mesmo resultado com relação ao ajuste.

Para LÖETSCH et al<sup>31</sup>, a curva da relação altura/diâmetro em povoamentos jovens equianos em sítios bons é íngreme, sendo plana em sítios pobres. A inclinação da mesma é em função da espécie. A relação altura/diâmetro depende largamente da posição sociológica de uma árvore específica no povoamento, o que é diferente de uma posição sociológica dentro das classes. As curvas de altura não se apresentam como extensão de uma outra curva, variando como ilustra a Figura 01. Povoamentos multianos apresentam curvas similares a classes normais de manejo, como pode ser visto na Figura 01, pela curva tracejada.

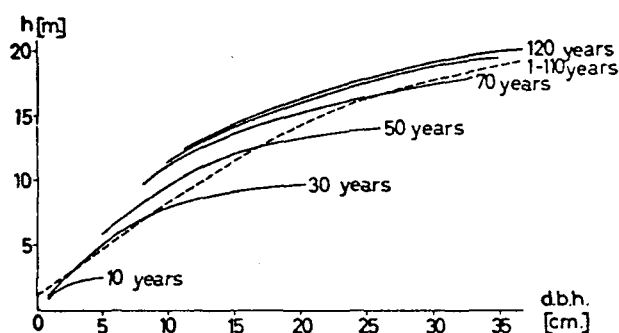


FIGURA 01: Curvas de altura em povoamentos de Pinus silvestris em idades diferentes e a correspondente curva de desenvolvimento em altura de uma classe normal de manejo. HAGBERG\*.

\* HAGBERG, N. What looks the height curve like? A comparative review of the height curve of trees, stands and forests. Skogen 26, 14: 288-292, 1939.

A Figura 02 mostra também o ajuste de cinco (5) funções diferentes, que foram processadas por meio de um programa para curvas de altura por SCHMIDT\*, sendo também usado, posteriormente, por ZÖHRER\*\*, para ajustar a altura/diâmetro de um povoamento alpino de European Larch com 120 anos, citado por LOETSCH et al<sup>31</sup>.

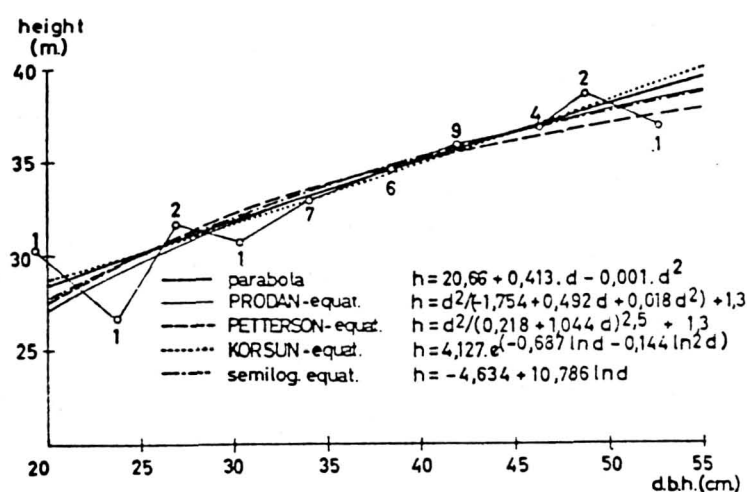


FIGURA 02: Gráfico de cinco (5) funções diferentes. ZÖHRER.

Continua ainda dizendo que a característica da curva de crescimento torna-se evidente quando se imagina na abcissa a soma de todo incremento diamétrico e na ordenada a soma de todos os incrementos em altura. Então, pode-se obter esta curva para povoamento específico das tabelas de produção, apenas plotando as alturas médias para cada classe de idade sobre os correspondentes diâmetros de área basal média, de um mesmo sítio. A Figura 03 mostra os estratos de altura de diferentes espécies.

\* SCHMIDT, A., Der rechnerische Ausgleich von Bestandeshöhenkurven? Forstwiss. Centralbl. 1967. 86. 6:370-382.

\*\* ZÖHRER, F. Struktur und Wachstum montan - subalpiner Lärchen-Fichten-Mischbestände. Thesis Univ. München. 1967, 234 p.

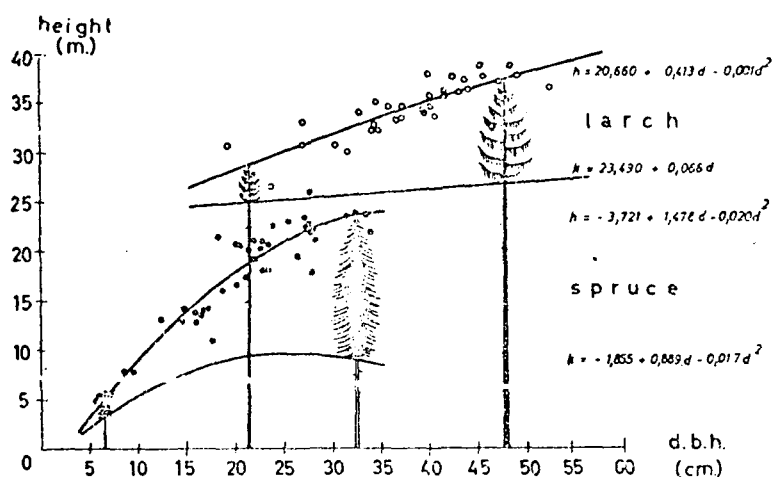


FIGURA 03: Estrato de altura de diferentes espécies. ZÖHRER.

VEIGA & TANAKA<sup>44</sup> trabalharam com Eucalyptus, de 12 anos na Região Mogi-Guaçu - SP, com intuito de determinar modelos hipsométricos, volumetria e comparar métodos de estimativa do volume. Separaram também a área em três (3) estratos e as curvas altura/diâmetro, desenvolvidas por estes autores foram as seguintes:

$$H1 = 1,5681 + 1,7867D - 0,0252 D^2$$

$$H2 = 3,7030 + 1,5477D - 0,0247 D^2$$

$$H3 = 4,3974 + 1,2448D - 0,0233 D^2$$

Onde:

H = altura total (m)

D = DAP com casca (cm)

NÄSLUND<sup>35</sup>, estudando a relação hipsométrica, propôs, para a determinação da altura, a seguinte função:

$$H = D^2 / (b_0 + b_1 D)^2 + 1,3$$

GARCIA<sup>21</sup>, estudando 38 modelos com Pinus radiata, obteve o melhor resultado com a equação:

$$H = a + b / (D + 10)$$

H = altura (m)

D = DAP (cm)

a, b = coeficientes

Recomenda ainda onde há pouca disponibilidade de dados os modelos:

$$1) H = a(1 - e^{-0,06D})$$

$$2) H = a D / (D + 20)$$

BURKHART & STRUB<sup>6</sup>, usando simulações em reflorestamento de Pinus taeda, aplicou a equação proposta por CURTIS<sup>9</sup>:

$\text{Log } H = b_0 + b_1(1/D)$ , definiu bem a relação.

Constataram também que o coeficiente  $b_0$  é função da altura dominante e idade e o coeficiente  $b_1$  é função do número de árvores e idades.

$$1) b_0 = a_0 + a_1(\text{Log } H_{\text{dom}}) + a_2(1/I)$$

$$2) b_1 = a_0 + a_1(\text{Log } N) + a_2(1/I)$$

Onde:

$b_0$  = interseção com eixo dos "Y"

$b_1$  = ângulo de inclinação da curva

$a_0, a_1$  = coeficientes a estimar



Hdom = altura dominante (m)

I = idade

N = número de árvores

Dizem também que a relação pode ser determinada pelo seguinte modelo:

$$\begin{aligned} \text{Log H} = & 0,53815 + 0,77975(\text{LogHdom}) - 1,17713(1/I) + \\ & + 0,35468(\text{LogN})/D + 4,11014(1/ID) - 2,10285(1/D) \end{aligned}$$

Onde:

H = altura total (m)

Hdom = altura dominante (m)

I = idade

D = DAP (cm)

N = número de árvores

FISHWICK<sup>19</sup>, estudando parcelas de Pinus elliottii e Araucaria angustifolia, verificou que o modelo que apresentou melhor resultado foi o proposto por CURTIS<sup>9</sup>,  $\text{LogH} = b_0 + b_1/D$ .

SCHMIDT<sup>39</sup>, estudando Pinus taeda no Paraná encontrou melhor relação com os modelos propostos por STOFFELLS, CURTIS.

$$1) H = a D^b$$

$$2) \text{Log H} = b_0 + b_1/D$$

Encontrou também que  $b_0$  é função da altura e diâmetro dominante e que  $b_1$  é função da área basal. Verificou também que os modelos logarítmicos foram melhores que os não logarítmicos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. MATERIAL

##### 3.1.1. LOCALIZAÇÃO, LIMITES E EXTENSÃO DA ÁREA

A área em estudo está localizada no Centro Florestal Herrera, situado à margem direita do Rio Ucayali, Distrito de Sapuena, Provincia de Requena, no Departamento de Loreto, Iquitos - Peru.

As coordenadas geográficas do Centro Florestal Herrera são: Longitude  $75^{\circ} 40' W$  e Latitude  $4^{\circ} 55' S$ .

Compreende uma área de 1.500 ha, de forma retangular.

Os dados do presente trabalho foram cedidos e coletados no Inventário Florestal dos Bosques de Copal, Iquitos-Peru, por VILLANUEVA<sup>45</sup>, através de convênio estabelecido entre o Ministério de Agricultura, do Governo Peruano e Cooperação Técnica do Governo Suíço (COTESU), cobrindo 137 espécies e 14.670 indivíduos.

A relação das espécies encontradas no presente estudo, estão relacionadas no Apêndice, onde constam código, nome vulgar e científico e família de cada espécie encontrada no Centro Florestal Herrera.

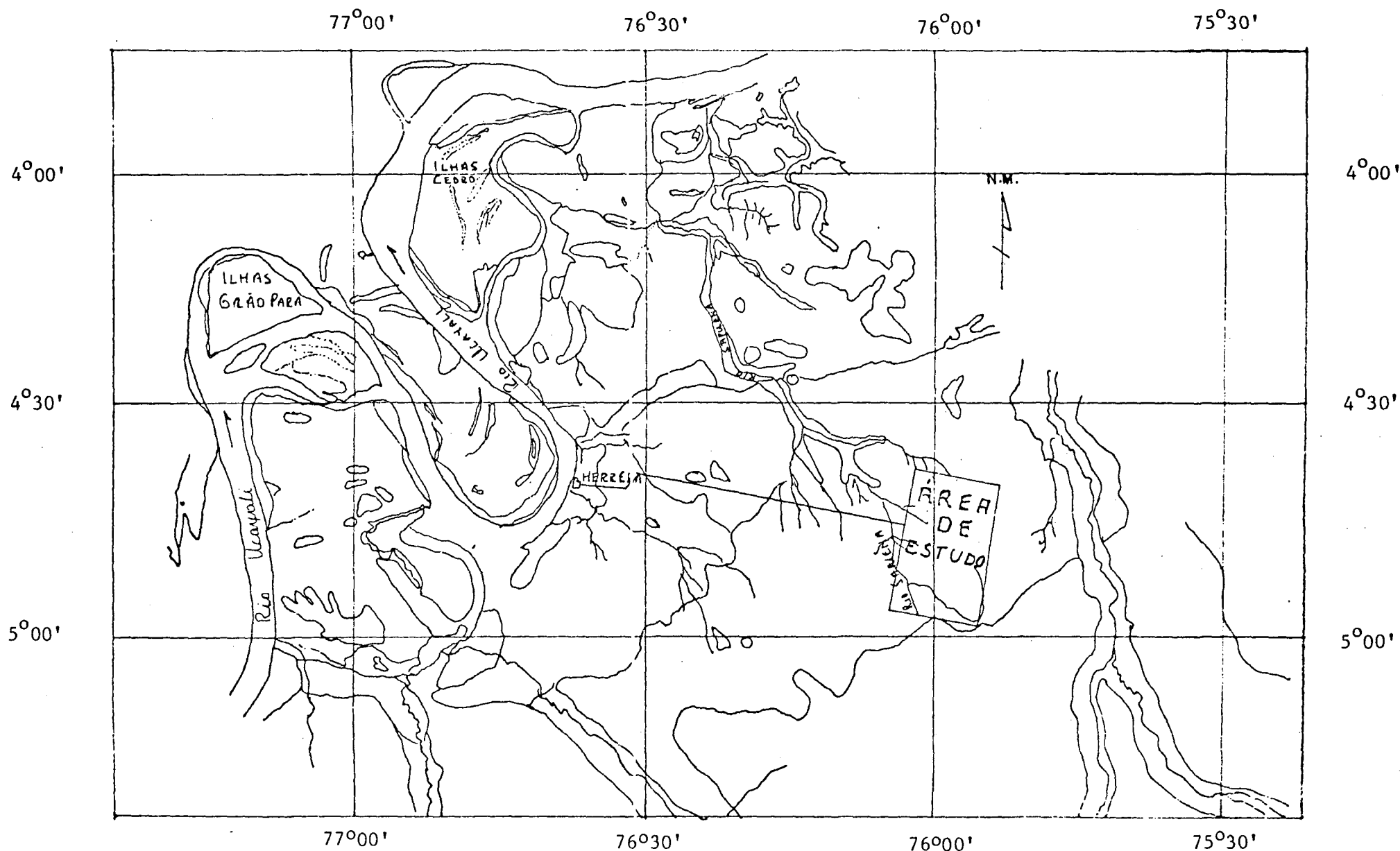


FIGURA 04: Local de coleta de dados

VILLANUEVA, G.A. Inventário Forestal de los bosques de Copal. Iquitos, Peru, 1978, 71 p.

### 3.1.2. VEGETAÇÃO

A formação vegetal é classificada segundo TOSI<sup>42</sup>, como Bosque Úmido Tropical, cujas características fisionômicas estruturais e composição florística, corresponde à pluviosidade média mensal de 200 mm.

Dentro da formação vegetal de Floresta Tropical Úmida segundo BUDOWSKI<sup>5</sup>, as espécies que integram as diferentes etapas de sucessão vegetal apresentam características definidas em sua distribuição.

### 3.1.3. CLIMA E HIDROLOGIA

É um bosque tropical úmido, com temperatura média anual máxima de 25,7°C e média anual mínima de 23,2°C.

Com máxima precipitação anual de 3.419,5 milímetros e a média mínima de 1.916 milímetros. E segundo o diagrama bioclimático de HOLDRIDGE\*, citado por OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES<sup>22</sup>, o clima é úmido.

O sistema hidrográfico é muito bem servido pelos rios amazônicos.

### 3.1.4. SOLOS

Os solos são profundos e ácidos, com argila de natureza caolinita, de coloração vermelha a amarela.

\* HOLDRIDGE, I.R. Life Zone Ecology. Tropical Science Centre San Jose de Costa Rica. 1967. 254 p.

### 3.1.5. GEOMORFOLOGIA E RELEVO

O relevo topográfico é predominantemente ondulado, típico da Planície Amazônica. As áreas planas ou suaves se distribuem ao longo dos grandes e sinuosos rios amazônicos.

### 3.1.6. DADOS UTILIZADOS

#### 3.1.6.1. AMOSTRAGEM

O sistema amostral utilizado foi o delineamento sistemático irrestrito, em faixas segundo HUSCH<sup>25</sup>, recomendado para este tipo florestal.

CUNIA<sup>10</sup> definiu bem alguns conceitos que elucidam melhor a terminologia que segue:

a) Evento são as variáveis medidas em cada ponto amostral, por exemplo, DAP, altura total e altura comercial.

b) Ponto amostral é cada um dos indivíduos com  $DAP \geq 25$  cm, encontrado no espaço amostral.

c) Espaço amostral é o conjunto de todos os pontos amostrais.

A forma de cada espaço amostral é retangular com 10 m x 125 m. O número total de espaços amostrais medidos foram de 1.000 unidades.

### 3.1.6.2. DADOS COLETADOS NO ESPAÇO AMOSTRAL

IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES - Foram identificados todos os indivíduos encontrados no espaço amostral com DAP  $\geq$  25 cm através de seu nome vulgar. Coletando-se material botânico (flor, folhas, fruto, casca, etc.), para confirmação em laboratório de família, gênero e espécie.

DAP - Foram medidos os diâmetros à altura do peito com casca de todas as árvores identificadas no espaço amostral, com DAP  $\geq$  25 cm.

ALTURA - Foram medidas as alturas totais e comerciais, das árvores encontradas no espaço amostral com DAP  $\geq$  25 cm. A altura comercial foi definida como a altura até as primeiras ramificações.

## 3.2. MÉTODOS

### 3.2.1. PROCESSAMENTO DE DADOS

Os trabalhos de computação dos dados foram desenvolvidos no computador Hewlett-Packard 9830B, do Departamento de Silvicultura e Manejo Florestal, da Universidade Federal do Paraná.

Os quadros 01, 02, 03 mostram a distribuição das árvores amostradas por classes de alturas e diâmetro. Os intervalos de classes foram fixados em 1 m para alturas e 5 cm para diâmetro.

### 3.2.2. ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

O estudo de correlação simples entre variáveis, segundo FREESE<sup>18</sup>, é um procedimento técnico, usado para avaliar o grau de associação linear, existente entre duas e unicamente duas variáveis quaisquer, independente do efeito causado pela escala adotada. O uso deste procedimento é recomendado, quando não se sabe a tendência e o grau de associação ( $r$ ) que pode existir entre duas variáveis. O valor que representa esta associação pode variar de 1 a -1; quanto mais próximo da unidade, melhor o grau de associação e quando tende a zero, menor ou nenhuma associação existe entre elas.

Segundo DRAPER & SMITH<sup>12</sup>, o coeficiente de correlação simples ( $r$ ) positivo implica que maiores valores de  $x$  estão associados com os maiores valores de  $y$ . Se os maiores valores de  $x$  estão associados com os menores valores de  $y$ , a correlação é negativa.

O coeficiente de correlação é definido como:

$$r = \frac{\text{Covariância de } x \text{ e } y}{\sqrt{(\text{Variância de } x) (\text{Variância de } y)}}$$

e calculada como segue:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x - S_y} = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{(\Sigma x^2) (\Sigma y^2)}}$$

QUADRO 01: Distribuição das árvores em classes de alturas

*****																	
A L T U R A   T O T A L (M)																	
HCOME	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	SOM
*****																	
3				1	2	2	5	2	1	1	3						17
4	3		3	3	2	5	13	8	5	3	3	1	1		1	1	52
5	11	1	19	10	10	33	100	29	68	26	47	7	28	13	10	8	430
6	8	4	18	15	13	38	160	104	204	48	91	23	37	29	15	21	828
7	3	6	43	30	22	50	71	52	123	62	112	16	40	39	14	15	700
8	6	2	43	39	41	126	107	98	136	92	174	35	79	67	31	61	1137
9		1	27	26	29	49	61	44	82	47	57	17	27	23	14	22	526
10			3	23	37	182	194	172	287	161	498	77	208	213	102	134	2291
11				1	4	28	47	53	43	50	63	45	48	26	14	13	435
12						52	82	85	146	118	284	111	183	193	112	141	1507
13							15	24	70	50	181	87	154	152	105	109	947
14								9	65	28	75	50	101	83	67	58	536
15									22	48	225	84	234	230	161	258	1262
16										3	49	22	111	102	112	105	504
17											10	29	74	99	63	75	350
18													82	81	78	108	349
19														31	18	30	79
20															16	52	70
21																2	2
22																	0
23																	0
24																	0
25																	0
*****																	
SOM	31	14	156	148	160	565	855	690	1254	737	1872	604	1407	1381	935	1213	12022
*****																	



QUADRO 01: Distribuição das árvores em classes de alturas (Continuação)

*****																
A L T U R A   T O T A L (M)																
HCOMEC	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	SOM
*****																
3																0
4	1															1
5	13		5		1		1									20
6	9	2	9													20
7	8	2	6	1												17
8	33	9	16	2	5		2		1	1						69
9	15	2	5	1												23
10	107	25	50	3	17		7	1		1						211
11	11	1	4	2	1											19
12	83	19	51	5	24	2	14	1		2			1			202
13	73	32	44	6	18	1	5	1								180
14	39	15	44	3	6		2	2								111
15	201	64	145	15	49	4	24	1		7	2					512
16	79	45	70	7	23	6	14	3		3	1					251
17	61	24	41	12	21	3	8	2								172
18	85	40	93	15	57	3	18	2		9	1					323
19	13	16	14	2	15	1	8	2	1	1						73
20	44	25	83	14	78	12	42	11	2	4	1	1	1			318
21	4	4	7		8		3	1								27
22	3	8	17	1	18	1	6	1		1	1					57
23			3	1	7		2	1		1						15
24				2	13		1									16
25					3	1	4	2		1						11
*****																
SOM	882	333	707	92	364	34	161	31	4	31	6	1	2	0	0	2.648
*****																

QUADRO 02: Distribuição das árvores em classes de DAP c/c e altura total

DAPC/C	A L T U R A   T O T A L (M)																SOM
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
20																	0
25	19	9	82	77	76	243	417	306	515	261	516	150	329	259	141	151	3551
30	8	2	44	42	43	171	236	171	347	193	507	174	321	324	177	200	2960
35	1	2	14	16	21	81	110	92	184	134	330	108	266	252	159	181	1958
40	2	1	13	8	15	33	58	63	103	73	259	71	199	207	162	221	1488
45			2	2	1	15	14	20	46	39	102	35	104	116	103	137	736
50				2	3	5	11	17	27	19	76	33	83	91	76	117	560
55						4	1	3	9	5	25	5	39	43	40	57	231
60	1		1		1	6	2	5	9	6	24	11	32	45	28	62	233
65				1		4	2	2	5	4	10	7	12	24	24	35	130
70						3	2	2	6	2	13	4	8	6	13	26	85
75							1	1			3	4	9	7	4	7	36
80								1	1	1	4		3	3	4	8	25
85							1		1		1			3	1	3	10
90												1				2	3
95												1	2	1	2	1	7
100															1	3	4
105																1	1
110											2						2
115																	0
120																1	1
125									1								1
130																	0
135																	0
140																	0
SOM	31	14	156	148	160	565	855	690	1254	737	1872	604	1407	1381	935	1213	12022

QUADRO 02: Distribuição das árvores em classes de DAP c/c e altura total (Continuação)

DAPC/C	A L T U R A T O T A L (M)															SOM
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
20																0
25	74	23	62	11	25		5	1			1					202
30	125	33	81	6	26	3	4	1					1			280
35	119	43	83	10	34		6	2		2	1					300
40	156	52	82	9	39	3	7	2		2			1			353
45	92	36	60	10	34	3	10	1	1	1						248
50	104	42	72	7	49	4	13			2						293
55	56	28	55	6	29		14	2		3	1					194
60	63	24	58	12	41	8	21	5		2						234
65	36	19	47	8	27	3	26	5	1	3	1	1				177
70	18	10	40	4	16	4	12	1	2	5						112
75	11	8	20	4	14		9	1		1						68
80	15	4	16	2	10	1	11	3		1						63
85	8	3	15	2	8	1	10	2		1						50
90	2	5	4	1	4	1	5	3		1						26
95		3	8		4		2			1						18
100	3		2				2	1		4						12
105			1		2	1	1			1	1					7
110							1				1					2
115					1											1
120						2	1	1								4
125																0
130			1		1					1						3
135																0
140							1									1
SOM	882	333	707	92	364	34	161	31	4	31	6	1	2	0	0	2648

QUADRO 03: Distribuição das árvores em classes de DAP c/c e altura comercial

=====													
	A L T U R A   C O M E R C I A L (M)												
DAPC/C	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	SOM
=====													
20													0
25	9	23	197	389	284	416	189	730	129	414	214	127	3121
30	4	12	98	195	198	294	141	612	103	389	271	154	2471
35	1	6	67	96	91	180	91	401	91	281	175	101	1581
40	1	4	36	76	54	138	58	294	55	242	171	91	1220
45	2	4	16	33	35	57	19	153	20	114	81	50	584
50		1	10	18	25	44	19	91	20	97	84	49	458
55			9	11	16	23	10	62	8	35	33	21	228
60		1	8	6	6	22	9	45	10	47	31	16	201
65			3	13	4	12	5	46	7	29	21	15	155
70		2	2	4	1	12		27	6	30	15	12	111
75			1	1	2	2	2	16	2	8	4	5	43
80				2	1	3	2	8	3	11	9	2	41
85			2	2		2	1	6		6	8		27
90							1	4		2	2	1	10
95				2				3			3	3	11
100							2			3	1		6
105						1		2					3
110								1			1		2
115											1		1
120								1			2		3
125			1										1
130													0
135													0
140										1			1
=====													
SOM	17	53	450	848	717	1206	549	2502	454	1709	1127	647	10279
=====													

QUADRO 03: Distribuição das árvores em classes de DAP c/c e altura comercial (continuação)

=====													
	A L T U R A C O M E R C I A L (M)												
DAPC/C	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	SOM
=====													
20													0
25	299	95	80	99	20	28	5	3	1	2			632
30	335	142	91	113	21	51		9		5	2		769
35	281	136	81	94	21	47	3	12		1	1		677
40	265	102	80	89	20	52	2	9	1	1			621
45	142	84	55	56	17	30	3	7	3	2	1		400
50	144	59	41	73	17	49	4	4	2	2			395
55	67	32	26	33	8	23	3	1	1	1	2		197
60	102	41	23	41	9	41	2	1	3		3		266
65	45	20	20	27	5	25	2	5	2		1		152
70	30	11	8	17	6	11	1	2					86
75	26	9	6	8		7	1	1	1	1	1		61
80	17	4	6	10	1	8	1						47
85	7	5	3	4	3	9	1		1				33
90	4	6	2	1	1	2	1	1		1			19
95	5	3		5		1							14
100	3	2		1	1	2		1					10
105	1	2			2								5
110	1							1					2
115													0
120		1				1							2
125													0
130		1		1		1							3
135													0
140													0
=====													
SOM	1774	755	522	672	152	388	29	57	15	16	11	0	4391
=====													

Onde:

$S_{xy}$  = covariância de x e y

$S_x$  = desvio-padrão de x

$S_y$  = desvio-padrão de y

$\Sigma xy$  = soma corrigida de xy

$\Sigma x^2$  = soma corrigida do quadrado de x

$\Sigma y^2$  = soma corrigida do quadrado de y

Um coeficiente de correlação de 0,66 significa dizer que há uma correlação linear igual a 66% entre x e y.

Inicialmente foi feito um estudo das correlações básicas entre as variáveis: altura total, altura comercial e DAP.

De posse do resultado das correlações básicas, foram testados modelos para as relações: altura/diâmetro, altura total/altura comercial e altura total/DAP e altura comercial.

Este estudo foi efetuado para toda a área inventariada, 1.500 ha do Centro Florestal Herrera.

O estudo foi também repetido para toda a floresta, separada em estratos de altura média, tendo sido tomada como base a altura total e dividido em 3 estratos de altura: árvores pequenas de 10 a 19,9 m, árvores médias de 20 a 29,9 m e árvores grandes de 30 a 39,9 m, finalmente foi feito o mesmo estudo para as 5 espécies mais frequentes, visando testar se as correlações e regressões podiam ser melhoradas, usando agrupamentos supostamente mais homogêneos, recomendado por LOETSCH et al<sup>31</sup>.

### 3.2.3. EQUAÇÕES DE REGRESSÃO PARA ESTIMAR A ALTURA TOTAL E ALTURA COMERCIAL

Do grande número de modelos citados na literatura, escolheram-se aqueles que usavam como variáveis independentes a altura total, altura comercial e diâmetro à altura do peito.

Os modelos testados para as relações: altura/diâmetro, altura total/altura comercial e altura total/DAP e altura comercial constam nos Quadros 04, 05 e 06.

Para facilidade de computação, todas as variáveis utilizadas nos modelos de regressão foram definidas e numeradas, conforme mostra o Quadro 07.

### 3.2.4. SELEÇÃO DOS MELHORES MODELOS

Após a computação dos dados fez-se a escolha dos melhores modelos de equação de regressão para estimar a altura total e altura comercial.

Os critérios adotados para a escolha dos melhores modelos, foram os seguintes:

- a) Erro-padrão da variável dependente transformada;
- b) Erro-padrão residual.

Para comparação entre os modelos aritméticos, logarítmicos e hiperbólicos, de diferentes naturezas, foi adotado o

QUADRO 04: Modelos de equação de regressão testados para a  
relação hipsométrica

EQUAÇÕES	
Ht = f(D)	Hc = f(D)
1. $Ht = b_0 + b_1 D$	$Hc = b_0 + b_1 D$
2. $Ht = b_0 + b_1 D + b_2 D^2$	$Hc = b_0 + b_1 D + b_2 D^2$
3. $Ht = b_0 + b_1/D$	$Hc = b_0 + b_1/D$
4. $Ht = b_0 + b_1/D + b_2 D$	$Hc = b_0 + b_1/D + b_2 D$
5. $Ht = b_0 + b_1 D + b_2 D^2 + b_3 D^3$	$Hc = b_0 + b_1 D + b_2 D^2 + b_3 D^3$
6. $\text{Log } Ht = b_0 + b_1 \text{ Log } D + b_2 D$	$\text{Log } Hc = b_0 + b_1 \text{ Log } D + b_2 D$
7. $\text{Log } Ht = b_0 + b_1 D + b_2 D^2$	$\text{Log } Hc = b_0 + b_1 D + b_2 D^2$
8. $Ht = b_0 + b_1 \text{ Log } D$	$Hc = b_0 + b_1 \text{ Log } D$
9. $Ht = b_0 + b_1/D^2$	$Hc = b_0 + b_1/D^2$
10. $Ht = b_0 + b_1 D^2$	$Hc = b_0 + b_1 D^2$
11. $Ht - 1,3 = D^2/(b_0 + b_1 D + b_2 D^2)$	$Hc - 1,3 = D^2/(b_0 + b_1 D + b_2 D^2)$
12. $\text{Log } Ht = \text{Log } b_0 + b_1 \text{ Log } D$	$\text{Log } Hc = \text{Log } b_0 + b_1 \text{ Log } D$
13. $\text{Log } Ht = b_0 + b_1 D$	$\text{Log } Hc = b_0 + b_1 D$
14. $\text{Log } Ht = b_0 + b_1 \text{ Log } D$	$\text{Log } Hc = b_0 + b_1 \text{ Log } D$
15. $Ht = D^2/(b_0 + b_1 D^2) + 1,3$	$Hc = D^2/(b_0 + b_1 D^2) + 1,3$
16. $\frac{1}{\sqrt[3]{Ht - 1,3}} = b_0 + b_1/D$	$\frac{1}{\sqrt[3]{Hc - 1,3}} = b_0 + b_1/D$
17. $Ht = D^2/(b_0 + b_1 \text{ Log } D) + 1,3$	$Hc = D^2/(b_0 + b_1 \text{ Log } D) + 1,3$
18. $Ht = D^2/(b_0 + b_1 D + b_2 D^2 + b_3 D^3) + 1,3$	$Hc = D^2/(b_0 + b_1 D + b_2 D^2 + b_3 D^3) + 1,3$
19. $Ht = D^2/(b_0 + b_1/D + b_2 D) + 1,3$	$Hc = D^2/(b_0 + b_1/D + b_2 D) + 1,3$
20. $Ht = D^2/(b_0 + b_1 D)^2 + 1,3$	$Hc = D^2/(b_0 + b_1 D)^2 + 1,3$
21. $Ht = D^2/(b_0 + b_1 D) + 1,3$	$Hc = D^2/(b_0 + b_1 D) + 1,3$



QUADRO 05: Modelos de equações de regressão testados para a relação altura total/altura comercial

EQUAÇÕES	
Ht = f(Hc)	Hc = f(Ht)
1. $H_t = b_0 + b_1 H_c$	$H_c = b_0 + b_1 H_t$
2. $H_t = b_0 + b_1 H_c + b_2 H_c^2$	$H_c = b_0 + b_1 H_t + b_2 H_t^2$
3. $H_t = b_0 + b_1 H_c^2$	$H_c = b_0 + b_1 H_t^2$
4. $\text{Log } H_t = b_0 + b_1 \text{Log } H_c + b_2 H_c$	$\text{Log } H_c = b_0 + b_1 \text{Log } H_t + b_2 H_t$
5. $\text{Log } H_t = b_0 + b_1 H_c + b_2 H_c^2$	$\text{Log } H_c = b_0 + b_1 H_t + b_2 H_t^2$
6. $\text{Log } H_t = b_0 + b_1 \text{Log } H_c$	$\text{Log } H_c = b_0 + b_1 \text{Log } H_t$
7. $\text{Log } H_t = b_0 + b_1 H_c$	$\text{Log } H_c = b_0 + b_1 H_t$

QUADRO 06: Modelos de equações de regressão testados para a relação altura total/DAP, altura comercial

---

EQUAÇÕES

---

$$Ht = f(DAP, \text{altura comercial})$$

---

1.  $Ht = b0 + b1 Hc^2 + b2 \text{Log } D$

2.  $\text{Log } Ht = b0 + b1 Hc + b2 \text{Log } D$

3.  $Ht = D^2 / (b0 + b1 D^2 + b2 (D^2 / Hc - 1,3)) + 1,3$

---

QUADRO 07: Relação das variáveis dependentes e independentes utilizadas nos modelos de regressão.

VARIÁVEL	NOME DA VARIÁVEL
V(1)	D(DAP)
V(2)	Ht(altura total)
V(3)	Hc(altura comercial)
V(4)	DC(diâmetro de copa)
V(5)	$D^2$
V(6)	$1/D$
V(7)	$D^3$
V(8)	Log Ht
V(9)	Log D
V(10)	Log Hc
V(11)	$D/\sqrt[3]{Ht-1,3}$
V(12)	$D/\sqrt[3]{Hc-1,3}$
V(13)	$1/\sqrt[3]{Ht-1,3}$
V(14)	$1/\sqrt[3]{Hc-1,3}$
V(15)	$1/D^2$
V(16)	Nº Árvores
V(17)	$D^2/Ht - 1,3$
V(18)	$D^2/Hc - 1,3$
V(19)	$Ht^2$
V(20)	$Hc^2$

erro-padrão da variável dependente transformado ( $S_{yxt}$ ) a sua forma original, como critério de seleção dos modelos de regressão. Transformando o erro-padrão das equações logarítmicas e hiperbólicas pela retrotransformação, estes podem ser diretamente comparados com o erro-padrão de estimativa das equações aritméticas, sem o uso do índice de Furnival para fazer tais comparações entre equações aritméticas e não aritméticas.

O erro-padrão da variável dependente transformado ( $S_{yxt}$ ) ou retrotransformado a unidades comparativas, calcula-se passando todos os dados originais nas equações não aritméticas testadas, estimado pelo processo dos mínimos quadrados, o valor da variável dependente estimado pela equação é comparado com cada um dos dados medidos da variável dependente.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. CORRELAÇÃO SIMPLES

Neste estudo, foram consideradas as seguintes variáveis que poderiam ser utilizadas para a estimativa das alturas: altura total, altura comercial e DAP com casca.

Os resultados das correlações simples entre as variáveis básicas estudadas são mostrados nos quadros 08 a 10.

Verificou-se que as variáveis que apresentaram maior correlação simples entre si, foram encontradas quando se trabalhou com a floresta como um todo.

Estes primeiros resultados encontrados com as correlações simples, entre as variáveis estudadas, para todo o Centro Florestal Herrera, como também para os 3 estratos de altura média e para as 5 espécies mais frequentes, vistas nos quadros 08 a 10, mostram claramente, que, por exemplo, a variável 1 ou DAP, do Quadro 08 apresenta um coeficiente de correlação simples ( $r$ ) igual a 0,4987, aproximadamente 0,5 com a variável 2 ou altura total, as mesmas variáveis nos quadros 09 a 16 apresentam valores bem inferiores, a do coeficiente de correlação ( $r$ ) do quadro 08, o que mostra, com estas primeiras verificações e comparações, que as correlações simples do quadro 08, trabalhando-se com todos os dados do Centro Florestal Herrera, apresentaram os melhores resultados, do que quando se tentou trabalhar com os dados reunidos em agrupamentos supostamente mais homogêneos, de acordo com LOETSCH et

QUADRO 08: Coeficientes de correlação simples do DAP com as variáveis estudadas, para toda a floresta, para os 3 estratos e para as 5 espécies mais frequentes.

VARIÁVEL	D A P								
	TODA FLORESTA	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESPÉCIE 1	ESPÉCIE 2	ESPÉCIE 3	ESPÉCIE 4	ESPÉCIE 5
DAP	1,0000	1,0000	1,000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
H Total	0,4987	0,2953	0,4713	0,2156	0,2227	0,3624	0,3430	0,3740	0,3779
H Comercial	0,2884	0,2129	0,2616	0,0267	0,0169	0,2547	0,2432	0,2203	0,2269
D Copa	0,5350	0,3939	0,5096	-0,0686	0,1453	0,4928	0,3960	0,3851	0,3645
DAP <sup>2</sup>	0,9748	0,9797	0,9734	0,9852	0,9838	0,9862	0,9859	0,9833	0,9817
1/DAP	-0,9312	-0,9472	-0,9326	-0,9407	-0,9431	-0,9598	-0,9583	-0,9532	-0,9474
DAP <sup>3</sup>	0,8945	0,9185	0,8872	0,9495	0,9421	0,9447	0,9444	0,9335	0,9296
Log H Total	0,4722	0,2904	0,4481	0,1957	0,1867	0,3488	0,3335	0,3595	0,3640
Log DAP	0,9749	0,9841	0,9769	0,9839	0,9840	0,9884	0,9879	0,9862	0,9845
Log H Comercial	0,2769	0,2128	0,2505	0,0539	0,0407	0,2385	0,2312	0,2128	0,2219
DAP/ $\sqrt{H_t - 1,3}$	0,4979	0,5836	0,7215	0,9158	0,8855	0,5788	0,5882	0,5615	0,5622
DAP/ $\sqrt{H_c - 1,3}$	-0,4621	0,2558	0,4063	0,6307	0,6438	0,3440	0,3555	0,3733	0,3657
1/ $\sqrt[3]{H_t - 1,3}$	0,4301	0,5533	0,7018	0,9218	0,9044	0,5642	0,5687	0,5424	0,5394
1/ $\sqrt[3]{H_c - 1,3}$	0,5234	0,2728	0,4299	0,6272	0,6257	0,3039	0,3278	0,3553	0,3595
1/DAP <sup>2</sup>	-0,8757	-0,9025	-0,8771	-0,8843	-0,8913	-0,9232	-0,9203	-0,9121	-0,9020
Nº Árvores	-0,0297	-0,0561	-0,0248	0,0259	0,0634	-0,1108	-0,0909	-0,0319	-0,0094
DAP <sup>2</sup> /Ht - 1,3	0,9288	0,8857	0,9251	0,9528	0,9359	0,8695	0,8723	0,8683	0,8766
DAP <sup>2</sup> /Hc - 1,3	0,7456	0,6471	0,7328	0,9003	0,9039	0,5874	0,6019	0,6256	0,6314
H Total <sup>2</sup>	0,5148	0,2928	0,4856	0,2317	0,2561	0,3690	0,3458	0,3818	0,3840
H Comercial <sup>2</sup>	0,2903	0,2022	0,2631	-0,0006	-0,0025	0,2548	0,2403	0,2155	0,2181

QUADRO 09: Coeficientes de correlação simples da altura total com as variáveis estudadas, para toda floresta, para os 3 estratos e para as 5 espécies mais frequentes

VARIÁVEL	ALTURA TOTAL								
	TODA FLORESTA	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESPÉCIE 1	ESPÉCIE 2	ESPÉCIE 3	ESPÉCIE 4	ESPÉCIE 5
DAP	0,4987	0,2953	0,4713	0,2156	0,2227	0,3624	0,3430	0,3740	0,3779
H Total	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
H Comercial	0,6290	0,6519	0,6170	0,2112	0,2316	0,6762	0,6194	0,5717	0,5927
D Copa	0,5466	0,4900	0,5273	0,0469	0,2909	0,2987	0,4341	0,5622	0,6121
DAP <sup>2</sup>	0,4630	0,2728	0,4344	0,1770	0,1994	0,3341	0,3139	0,3483	0,3507
1/DAP	-0,4994	-0,3043	-0,4759	-0,2722	-0,2537	-0,3885	-0,3695	-0,3922	-0,3948
DAP <sup>3</sup>	0,4019	0,2386	0,3725	0,1419	0,1770	0,2968	0,2759	0,3128	0,3140
Log H Total	0,9853	0,9899	0,9873	0,9970	0,9975	0,9915	0,9913	0,9904	0,9901
Log DAP	0,5125	0,3047	0,4846	0,2494	0,2417	0,3800	0,3611	0,3879	0,3919
Log H Comercial	0,6044	0,6171	0,5901	0,2235	0,2345	0,6398	0,5915	0,5506	0,5716
DAP/ $\sqrt{H_t - 1,3}$	0,5293	-0,5619	-0,2333	-0,1585	-0,2170	-0,5136	-0,5196	-0,5166	-0,5098
DAP/ $\sqrt{H_c - 1,3}$	-0,4438	-0,3649	-0,1626	-0,0272	-0,0185	-0,2851	-0,2588	-0,2127	-0,2264
1/ $\sqrt[3]{H_t - 1,3}$	0,4801	-0,6115	-0,2651	-0,1359	-0,1791	-0,5478	-0,5599	-0,5577	-0,5553
1/ $\sqrt[3]{H_c - 1,3}$	0,5189	-0,4508	-0,2171	0,0015	-0,0133	-0,4241	-0,3761	-0,3102	-0,3219
1/DAP <sup>2</sup>	-0,4841	-0,2985	-0,4620	-0,2832	-0,2595	-0,3908	-0,3715	-0,3904	-0,3911
Nº Árvores	0,0478	0,0352	0,0514	0,1343	0,2612	0,0175	0,0561	0,1798	0,2147
DAP <sup>2</sup> /Ht - 1,3	0,2054	-0,1144	0,1696	-0,0065	-0,0413	-0,0805	-0,0908	-0,0674	-0,0484
DAP <sup>2</sup> /Hc - 1,3	0,1484	-0,1228	0,1183	0,0810	0,0995	-0,0441	-0,0309	0,0144	0,0137
H Total <sup>2</sup>	0,9923	0,9907	0,9936	0,9973	0,9979	0,9928	0,9926	0,9919	0,9916
H Comercial <sup>2</sup>	0,6310	0,6566	0,6199	0,1949	0,2210	0,6788	0,6183	0,5674	0,5871

QUADRO 10: Coeficientes de correlação simples da altura comercial com as variáveis estudadas, para toda floresta, para os 3 estratos e para as 5 espécies mais frequentes

ALTURA COMERCIAL.									
VARIÁVEL	TODA FLORESTA	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESPÉCIE 1	ESPÉCIE 2	ESPÉCIE 3	ESPÉCIE 4	ESPÉCIE 5
DAP	0,2884	0,2129	0,2616	0,0267	0,0169	0,2547	0,2432	0,2203	0,2269
H Total	0,6290	0,6519	0,6170	0,2112	0,2316	0,6762	0,6194	0,5717	0,5927
H Comercial	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
D Copa	0,4550	0,4839	0,4333	-0,2073	0,1517	0,2311	0,1427	0,1544	0,2288
DAP <sup>2</sup>	0,2568	0,1923	0,2294	0,0500	0,0345	0,2117	0,2024	0,1802	0,1925
1/DAP	-0,3087	-0,2245	-0,2857	0,0292	0,0415	-0,3075	-0,2948	-0,2693	-0,2690
DAP <sup>3</sup>	0,2126	0,1626	0,1859	0,0658	0,0411	0,1610	0,1555	0,1343	0,1546
Log H Total	0,6190	0,6345	0,6086	0,2128	0,2270	0,6620	0,6156	0,5801	0,6011
Log DAP	0,3073	0,2227	0,2808	-0,0014	-0,0101	0,2865	0,2740	0,2500	0,2526
Log H Comercial	0,9793	0,9777	0,9781	0,9871	0,9872	0,9771	0,9773	0,9776	0,9776
DAP/ $\sqrt{H_t - 1,3}$	0,4284	-0,3213	-0,1604	-0,0517	-0,0691	-0,3154	-0,2880	-0,2911	-0,3023
DAP/ $\sqrt{H_c - 1,3}$	-0,4066	-0,7547	-0,6443	-0,6924	-0,6959	-0,6502	-0,6483	-0,6514	-0,6476
1/ $\sqrt[3]{H_t - 1,3}$	0,3825	-0,3687	-0,1828	-0,0844	-0,1057	-0,3361	-0,3042	-0,3073	-0,3248
1/ $\sqrt[3]{H_c - 1,3}$	0,4495	-0,8474	-0,7223	-0,7390	-0,7442	-0,8138	-0,8062	-0,8026	-0,7961
1/DAP <sup>2</sup>	-0,3069	-0,2218	-0,2857	0,0526	0,0721	-0,3199	-0,3074	-0,2805	-0,2782
Nº Árvores	0,0203	0,0017	0,0221	-0,0256	0,2084	-0,0156	-0,0178	0,0060	0,0420
DAP <sup>2</sup> /Ht - 1,3	0,1039	-0,0401	0,0746	0,0168	-0,0020	-0,0516	-0,0387	-0,0446	-0,0344
DAP <sup>2</sup> 3Hc - 1,3	-0,2537	-0,4499	-0,2848	-0,3290	-0,3410	-0,3343	-0,3294	-0,3305	-0,3168
H Total <sup>2</sup>	0,6228	0,6539	0,6119	0,2087	0,2343	0,6786	0,6116	0,5507	0,5712
H Comercial <sup>2</sup>	0,9832	0,9812	0,9831	0,9893	0,9902	0,9816	0,9818	0,9823	0,9826



al<sup>31</sup>, assim ficou eliminada a possibilidade de se conseguir melhores resultados com os dados agrupados em estratos de altura média e espécies mais frequentes.

Um fato bastante interessante observado neste estudo é que sempre a correlação simples entre as variáveis altura total/DAP se tornou melhor e superior do que a correlação simples entre altura comercial/DAP. Ficou demonstrado claramente que a estimativa da altura total apresenta maior correlação simples com o DAP do que a variável altura comercial através do DAP.

Através das correlações simples visualiza-se o grau de associação entre as variáveis e se esta associação será positiva ou negativa, e com a distribuição dos dados e função sobre um eixo de coordenadas cartesianas, mostra a tendência dos pontos.

Através das Figuras 05, 06, 07 e 08, observa-se a relação existente entre classes de DAP, altura total e altura comercial.

Maiores detalhes sobre as correlações simples para toda a floresta para os 3 estratos de altura média e para as 5 espécies mais frequentes são encontrados no apêndice.

Convém, para melhor entendimento, definir que a altura dominante (hdom) é a altura média aritmética das 100 árvores mais grossas do povoamento.

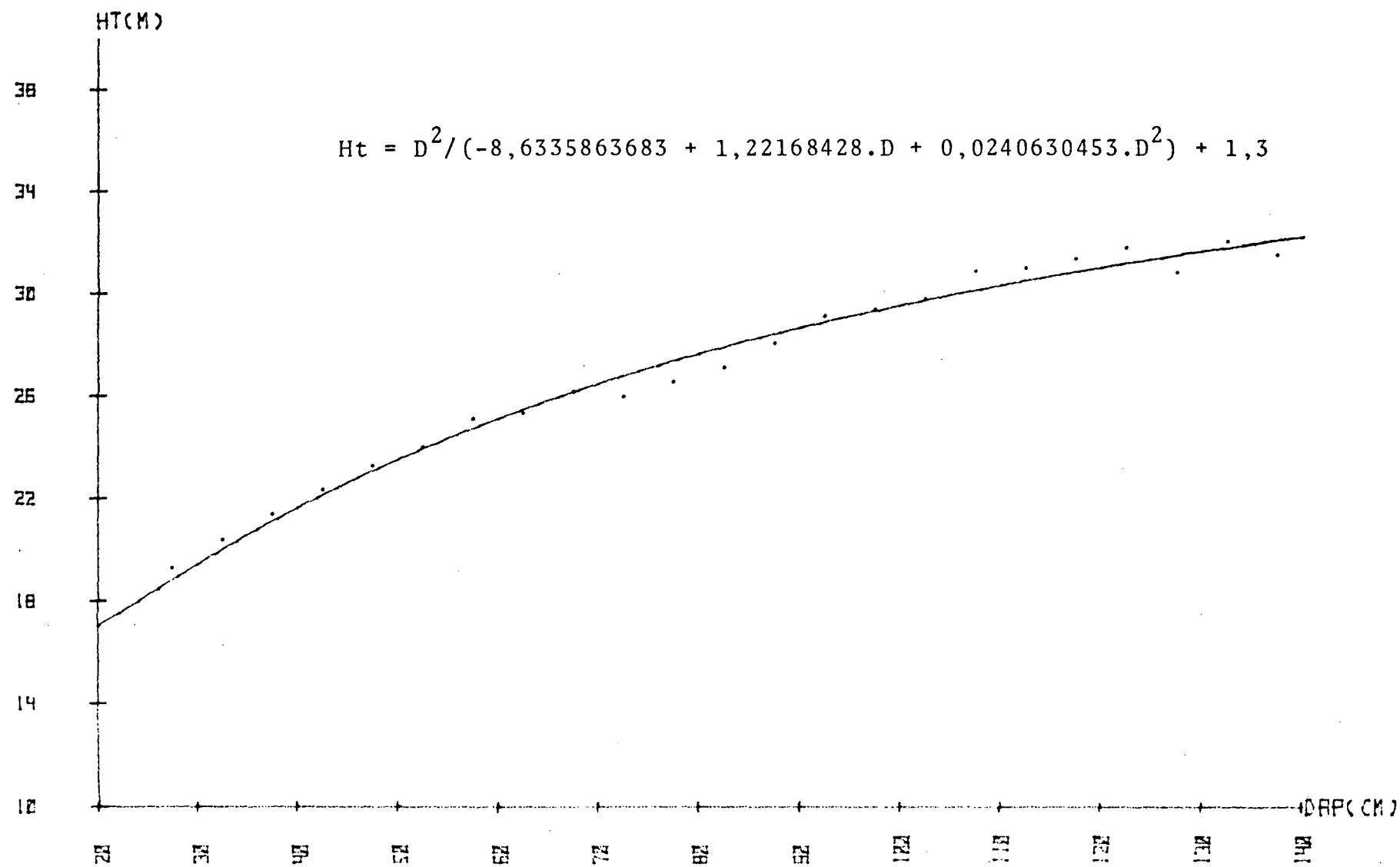


FIGURA 05: Relação entre classes de DAP c/c e altura total com a função ajustada

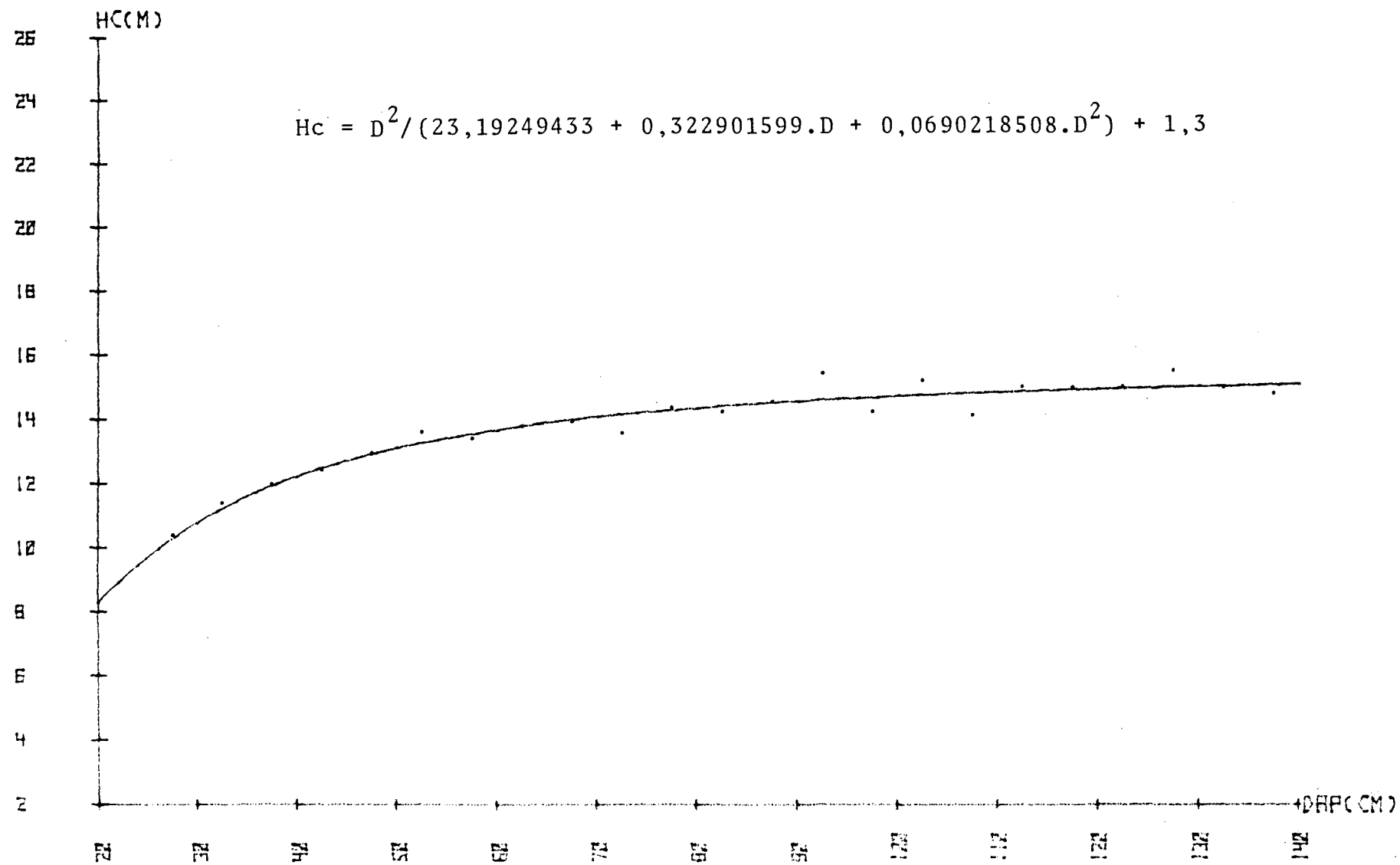


FIGURA 06: Relação entre classes de DAP c/c e altura comercial com a função ajustada

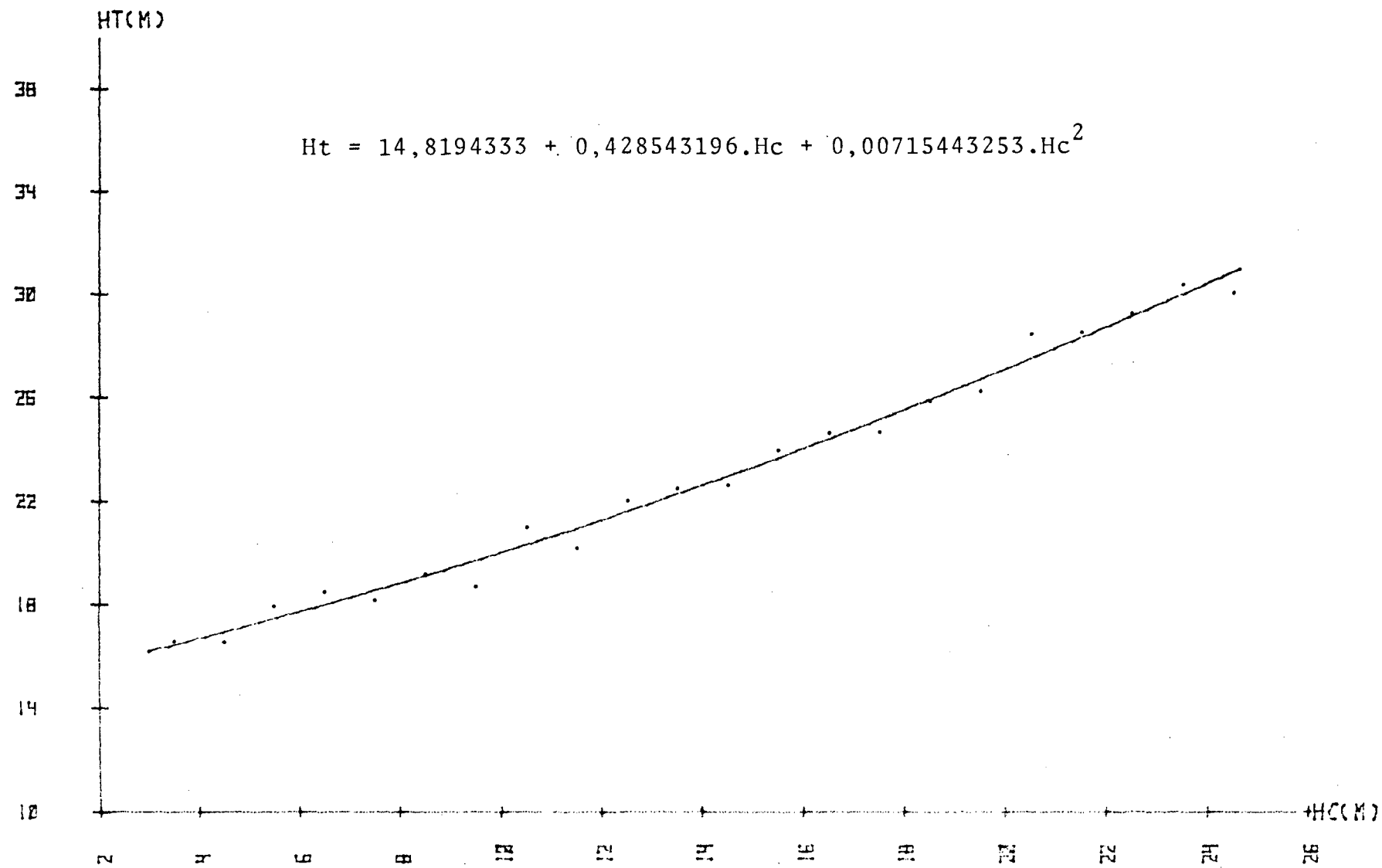


FIGURA 07: Relação entre classes de altura total e altura comercial com a função ajustada

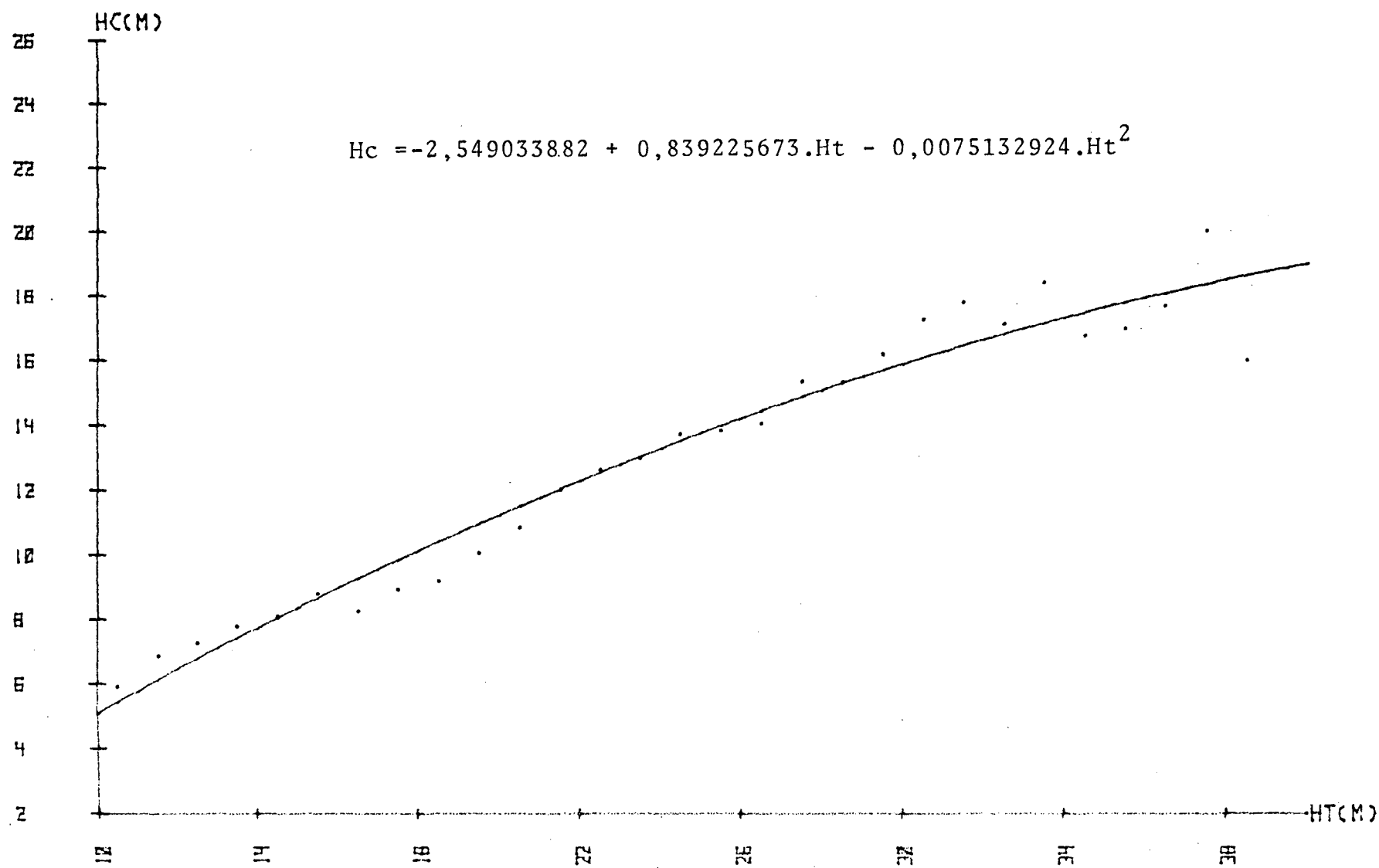


FIGURA 08: Relação entre classes de altura comercial e altura total com função ajustada

#### 4.2. MODELO DE EQUAÇÃO DE REGRESSÃO

Os modelos de equação de regressão testados foram todos os possíveis encontrados na literatura, sobre a relação hipsométrica, relação altura total/altura comercial e a relação altura total/DAP e altura comercial.

Os modelos testados foram aqueles relacionados nos Quadros 04, 05 e 06.

Para cada equação foram estimados os coeficientes de determinação ( $R^2$ ), erro-padrão de estimativa (Syx), erro-padrão da variável dependente transformado (Syxt), para as equações não aritméticas e o valor da razão entre variâncias (F) mostradas no apêndice.

O erro-padrão de estimativa da variável dependente transformado ou retrotransformação foi estimada somente para as equações logarítmicas e hiperbólicas, buscando unidades de natureza comparativa com as equações aritméticas.

#### 4.3. SELEÇÃO DOS MELHORES MODELOS PARA ESTIMAR A ALTURA TOTAL E ALTURA COMERCIAL

Através de uma observação e análise dos Quadros 11 a 15 foram selecionadas 3 equações para estimar a altura total e 2 para altura comercial.

Para estimar as alturas os modelos selecionados foram os seguintes:

a) Relação hipsométrica:

$$Ht - 1,3 = D^2/b_0 + b_1D + b_2D^2)$$

$$Hc - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D + b_2 D^2)$$

b) Relação altura total/altura comercial:

$$Ht = b_0 + b_1 Hc + b_2 Hc^2$$

$$Hc = b_0 + b_1 Ht + b_2 Ht^2$$

c) Relação altura total/(DAP e altura comercial)

$$Ht - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D^2 + b_2 (D^2 Hc - 1,3))$$

Estas equações foram selecionadas, pois apresentaram os maiores coeficientes de determinação, os mesmos erros-padrão de estimativa e mais baixos erros-padrão retrotransformado.

O erro-padrão de estimativa (Syxt) da regressão das variáveis voltado à forma original, ou seja, da retrotransformação às unidades originais, é mais preciso e correto para exprimir a precisão da regressão, pois é o mais indicado do que as outras maneiras de medi-lo, conforme recomenda KOSAK<sup>30</sup>.

A escolha do modelo hiperbólico, contendo a variável independente diâmetro, fácil de ser obtida no campo, vem testemunhar recomendações de PRODAN, citado por LOETSCH et al<sup>31</sup>, como a variável mais correlacionada com a variável dependente para floresta tropical multiana.

Os resultados alcançados com o estudo das relações: altura/diâmetro, altura total/altura comercial e altura total/DAP e altura comercial foram os resultados esperados e encontrados na literatura com trabalhos semelhantes, o que não é

QUADRO 11: Equações com erro-padrão residual da relação hip-sométrica para estimar a altura total

Nº	EQUAÇÃO	Syx	Syx%
1	$H_t = b_0 + b_1 D$	3,7343	16
2	$H_t = b_0 + b_1 D + b_2 D^2$	3,7075	16
3	$H_t = b_0 + b_1 / D$	3,7326	16
4	$H_t = b_0 + b_1 / D + b_2 D$	3,7114	16
5	$H_t = b_0 + b_1 D + b_2 D^2 + b_3 D^3$	3,7065	16
6	$\text{Log} H_t = b_0 + b_1 \text{Log} D + b_2 D$	3,6703	15
7	$\text{Log} H_t = b_0 + b_1 D + b_2 D^2$	3,7127	16
8	$H_t = b_0 + b_1 \text{Log} D$	3,6995	15
9	$H_t = b_0 + b_1 / D^2$	3,7699	16
10	$H_t = b_0 + b_1 D^2$	3,8187	16
11	$H_t - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D + b_2 D^2)$	1,8605	8
12	$\text{Log} H_t = \text{Log} b_0 + b_1 \text{Log} D$	3,6891	15
13	$\text{Log} H_t = b_0 + b_1 D$	3,7598	16
14	$\text{Log} H_t = b_0 + b_1 \text{Log} D$	3,6811	15
15	$H_t = D^2 / (b_0 + b_1 D^2) + 1,3$	3,8592	16
16	$1 / \sqrt[3]{H_t - 1,3} = b_0 + b_1 / D$	3,6078	15
17	$H_t - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 \text{Log} D)$	3,8876	16
18	$H_t - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D + b_2 D^2 + b_3 D^3)$	2,4536	11
19	$H_t - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 / D + b_2 D)$	3,8344	16
20	$H_t - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D)^2$	3,6553	15
21	$H_t - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D)$	3,8232	16



QUADRO 12: Equações com erro-padrão residual da relação hipsométrica para estimar a altura comercial

Nº	EQUAÇÃO	Syx	Syx%
1	$H_c = b_0 + b_1 D$	3,7313	20
2	$H_c = b_0 + b_1 D + b_2 D^2$	3,7071	20
3	$H_c = b_0 + b_1 / D$	3,7065	20
4	$H_c = b_0 + b_1 / D + b_2 D$	3,7066	20
5	$H_c = b_0 + b_1 D + b_2 D^2 + b_3 D^3$	3,7042	20
6	$\text{Log} H_c = b_0 + b_1 \text{Log} D + b_2 D$	3,8725	21
7	$\text{Log} H_c = b_0 + b_1 D + b_2 D^2$	3,8755	21
8	$H_c = b_0 + b_1 \text{Log} D$	3,7082	20
9	$H_c = b_0 + b_1 / D^2$	3,7088	20
10	$H_c = b_0 + b_1 D^2$	3,7662	20
11	$H_c - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D + b_2 D^2)$	2,0346	11
12	$\text{Log} H_c = \text{Log} b_0 + b_1 \text{Log} D$	3,8539	21
13	$\text{Log} H_c = b_0 + b_1 D$	3,8875	21
14	$\text{Log} H_c = b_0 + b_1 \text{Log} D$	3,8772	21
15	$H_c = D^2 / (b_0 + b_1 D^2) + 1,3$	3,4700	19
16	$1 / \sqrt[3]{H_c - 1,3} = b_0 + b_1 / D$	3,6212	19
17	$H_c - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 \text{Log} D)$	3,0976	17
18	$H_c - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D + b_2 D^2 + b_3 D^3)$	3,0948	17
19	$H_c - 1,3 = / (b_0 + b_1 / D + b_2 D) + 1,3$	3,0874	17
20	$H_c - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D)^2 + 1,3$	3,4765	19
21	$H_c - 1,3 = D^2 / (b_0 - b_1 D)$	3,0876	17

QUADRO 13: Equações com erro-padrão residual da relação altura total/altura comercial para estimar a altura total

Nº	EQUAÇÃO	Syx	Syx%
1	$H_t = b_0 + b_1 H_c$	3,3493	14
2	$H_t = b_0 + b_1 H_c + b_2 H_c^2$	2,1176	9
3	$H_t = b_0 + b_1 H_c^2$	3,3423	14
4	$\text{Log} H_t = b_0 + b_1 \text{Log} H_c + b_2 H_c$	3,3499	14
5	$\text{Log} H_t = b_0 + b_1 H_c + b_2 H_c^2$	3,3499	14
6	$\text{Log} H_t = b_0 + b_1 \text{Log} H_c$	3,4126	14
7	$\text{Log} H_t = b_0 + b_1 H_c$	3,3500	14

QUADRO 14: Equações com erro-padrão residual da relação altura total/altura comercial para estimar a altura comercial

Nº	EQUAÇÃO	Syx	Syx%
1	$H_c = b_0 + b_1 H_t$	3,0494	17
2	$H_c = b_0 + b_1 H_t + b_2 H_t^2$	2,9075	16
3	$H_c = b_0 + b_1 H_t^2$	3,0489	17
4	$\text{Log} H_c = b_0 + b_1 \text{Log} H_t + b_2 H_t$	3,0605	17
5	$\text{Log} H_c = b_0 + b_1 H_t + b_2 H_t^2$	3,0585	17
6	$\text{Log} H_c = b_0 + b_1 \text{Log} H_t$	3,0666	17
7	$\text{Log} H_c = b_0 + b_1 H_t$	3,0903	17

QUADRO 15: Equações com erro-padrão residual da relação altura total/DAP e altura comercial para estimar a altura total

Nº	EQUAÇÃO	Syx	Syx%
1	$H_t = b_0 + b_1 H_c^2 + b_2 \text{Log} D$	3,0113	13
2	$\text{Log} H_t = b_0 + b_1 H_c + b_2 \text{Log} D$	3,0178	13
3	$H_t = D^2 / (b_0 + b_1 D^2 + b_2 (D^2 / H_c - 1,3)) + 1,3$	2,6032	11

surpresa um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,45 para as relações: altura/diâmetro, altura total/altura comercial e altura total/DAP, altura comercial com dados de Floresta Tropical multiana, o resultado que não estava sendo esperado, foi um ajuste de 0,89 para a relação hipsométrica quando se usou o modelo hiperbólico preconizado por PRODAN, citado por LOETSCH et al<sup>31</sup>.

Semelhantes resultados foram encontrados também para a relação altura total/altura comercial e para a relação altura total/DAP altura comercial, ratificando os resultados encontrados para a relação hipsométrica.

Constatou-se os mesmos resultados alcançados por MACHADO & ALBERTIN<sup>34</sup>, em floresta tropical úmida, que pensavam obter melhores resultados para espécies em separado, conseguindo assim um melhor ajuste para as relações estudadas, o que não ocorreu. Isto se deve ao fato de que, para uma mesma espécie, crescendo em sítios e condições diferentes, encontra-se para uma mesma classe diamétrica, uma grande variedade de alturas.

Para a relação hipsométrica, usando-se o modelo de PRODAN, citado por LOETSCH et al<sup>31</sup>, recomendado para floresta multiana, encontrou-se o melhor ajuste e mais baixo erro-padrão de estimativa.

A tendência da relação hipsométrica mostra que nem sempre as maiores alturas correspondem aos maiores diâmetros como afirmam BRUCE & SCHUMACHER<sup>3</sup>, pois há uma tendência da curva se inclinar para baixo.

Em levantamentos florestais a curva de altura/diâmetro representa o estado atual com respeito à relação altura/diâ-

metro, na época em que o inventário foi realizado. Acontece que a relação altura/diâmetro no presente não será necessariamente aquela que existirá no futuro, sendo, por outro lado, pouco provável que a relação obtida em uma grande área e ainda em floresta multiana, sofre consideráveis modificações com o tempo, como constatarem PITA CARPENTER<sup>38</sup>, HUSCH et al<sup>26</sup>.

#### 4.4. TABELAS PARA DETERMINAR ALTURA TOTAL E ALTURA COMERCIAL

Para maior facilidade no uso das equações selecionadas com as relações: hipsométricas, altura total/altura comercial e altura total/ DAP e altura comercial foram montadas tabelas de uso mais prático, entrando-se com a variável ou variáveis independentes e encontrando-se a altura total ou altura comercial.

Para estimativa da altura total, através da relação hipsométrica, o melhor resultado encontrado foi através do modelo 11, de Prodan, que estima a altura total somente por meio de uma variável dependente de fácil obtenção em campo, que é o DAP, apresentando um erro de 1,86 m ou 8,5% na estimativa da altura total, quadro 16.

O modelo 18, que é um modelo modificado do modelo 11 de Prodan, também apresentou bom resultado, porém seu erro na estimativa da altura total é de 2,45 m, ou seja, 30% a mais na determinação da altura total do que o modelo 11.

Não se nota diferença entre os modelos aritméticos, logarítmicos e modelos com a variável dependente transformada, apresentando um erro entre 3,5 a 3,9 m na estimativa da altura.

QUADRO 16: Estimativa da altura total através da relação hipsométrica

DAP	DIAMETRO A ALTURA DO PEITO (CM)									
(CM)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
20.0	8.2	8.5	8.8	9.1	9.4	9.7	9.9	10.1	10.3	10.5
30.0	10.7	10.9	11.1	11.2	11.4	11.5	11.7	11.8	11.9	12.1
40.0	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.7	12.8	12.9	13.0
50.0	13.0	13.1	13.2	13.2	13.3	13.4	13.4	13.5	13.5	13.6
60.0	13.6	13.7	13.7	13.8	13.8	13.8	13.9	13.9	13.9	14.0
70.0	14.0	14.0	14.1	14.1	14.1	14.2	14.2	14.2	14.2	14.3
80.0	14.3	14.3	14.3	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.5	14.5
90.0	14.5	14.5	14.5	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6
100.0	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.8	14.8	14.8
110.0	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.9	14.9	14.9	14.9
120.0	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	15.0	15.0
130.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
140.0	15.0	15.0	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1

Com o estudo da relação hipsométrica, para a altura comercial, através de todos os modelos estudados, o erro de 2,0 m ou 16% foi sempre maior quando da estimativa da altura total. Dentre os modelos estudados também o que apresentou melhor resultado foi o 11 de Prodan, com grande superioridade com relação aos demais modelos. Pouca diferença foi encontrada entre tipos aritméticos e variável dependente transformada, com erro entre 3,0 m a 3,7 m, comparados com os modelos logarítmicos que apresentaram erro de 3,8 a 3,9 m na estimativa da altura comercial. A estimativa da altura comercial consta no quadro 17.

Na determinação da altura total em função da altura comercial, o modelo 2 se destaca com um erro de 2,1 m ou 10% na estimativa da altura total, podendo tanto estimar-se altura total através do DAP, como também em função da altura comercial. Com relação aos demais modelos apresentaram um erro 50% a mais que o modelo 2; esta estimativa consta no quadro 18.

Na estimativa da altura comercial, através da altura total também o modelo 2 foi o melhor, com um erro de 2,9 m, porém 40% maior do que a estimativa da  $H_t = f(H_c)$ . Superioridade com relação aos demais modelos e pequena diferença com relação aos demais modelos na estimativa da altura total, a estimativa da altura comercial em função da altura total constam no quadro 19.

Para estimativa da altura total através de duas variáveis, DAP e altura comercial, o melhor modelo é o 3, mas a estimativa apresenta maior erro do que em função apenas de uma única variável, DAP ou altura comercial.

QUADRO 17: Estimativa da altura comercial através da relação hipsométrica

DAP	D I A M E T R O   A   A L T U R A   D O   P E I T O (CM)									
(CM)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
20.0	17.0	17.2	17.4	17.7	17.9	18.2	18.4	18.7	18.9	19.1
30.0	19.4	19.6	19.8	20.1	20.3	20.5	20.7	20.9	21.2	21.4
40.0	21.6	21.8	22.0	22.2	22.4	22.6	22.7	22.9	23.1	23.3
50.0	23.5	23.6	23.8	24.0	24.1	24.3	24.4	24.6	24.7	24.9
60.0	25.0	25.2	25.3	25.5	25.6	25.8	25.9	26.0	26.1	26.3
70.0	26.4	26.5	26.7	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2	27.4	27.5
80.0	27.6	27.7	27.8	27.9	28.0	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5
90.0	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.1	29.2	29.3	29.4
100.0	29.5	29.6	29.7	29.7	29.8	29.9	30.0	30.0	30.1	30.2
110.0	30.3	30.3	30.4	30.5	30.6	30.6	30.7	30.8	30.8	30.9
120.0	31.0	31.0	31.1	31.2	31.2	31.3	31.4	31.4	31.5	31.5
130.0	31.6	31.7	31.7	31.8	31.8	31.9	31.9	32.0	32.1	32.1
140.0	32.2	32.2	32.3	32.3	32.4	32.4	32.5	32.5	32.6	32.6

QUADRO 18: Estimativa da altura total através da relação altura total/altura comercial

HC	A L T U R A   C O M E R C I A L (M)									
(M)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
3.0	16.1	16.2	16.2	16.3	16.3	16.4	16.4	16.5	16.5	16.6
4.0	16.6	16.7	16.7	16.8	16.8	16.9	16.9	17.0	17.0	17.1
5.0	17.1	17.2	17.2	17.3	17.3	17.4	17.5	17.5	17.6	17.6
6.0	17.7	17.7	17.8	17.8	17.9	17.9	18.0	18.0	18.1	18.2
7.0	18.2	18.3	18.3	18.4	18.4	18.5	18.6	18.6	18.7	18.7
8.0	18.8	18.8	18.9	19.0	19.0	19.1	19.1	19.2	19.2	19.3
9.0	19.4	19.4	19.5	19.5	19.6	19.7	19.7	19.8	19.8	19.9
10.0	20.0	20.0	20.1	20.2	20.2	20.3	20.3	20.4	20.5	20.5
11.0	20.6	20.6	20.7	20.8	20.8	20.9	21.0	21.0	21.1	21.2
12.0	21.2	21.3	21.4	21.4	21.5	21.6	21.6	21.7	21.8	21.8
13.0	21.9	21.9	22.0	22.1	22.2	22.2	22.3	22.4	22.4	22.5
14.0	22.6	22.6	22.7	22.8	22.8	22.9	23.0	23.0	23.1	23.2
15.0	23.3	23.3	23.4	23.5	23.5	23.6	23.7	23.7	23.8	23.9
16.0	24.0	24.0	24.1	24.2	24.3	24.3	24.4	24.5	24.5	24.6
17.0	24.7	24.8	24.8	24.9	25.0	25.1	25.1	25.2	25.3	25.4
18.0	25.4	25.5	25.6	25.7	25.7	25.8	25.9	26.0	26.1	26.1
19.0	26.2	26.3	26.4	26.4	26.5	26.6	26.7	26.8	26.8	26.9
20.0	27.0	27.1	27.2	27.2	27.3	27.4	27.5	27.6	27.6	27.7
21.0	27.8	27.9	28.0	28.0	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.5
22.0	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4
23.0	29.5	29.5	29.6	29.7	29.8	29.9	30.0	30.1	30.1	30.2
24.0	30.3	30.4	30.5	30.6	30.7	30.8	30.8	30.9	31.0	31.1
25.0	31.2	31.3	31.4	31.5	31.6	31.6	31.7	31.8	31.9	32.0



QUADRO 19: Estimativa da altura comercial através da relação altura comercial/altura total

HT	A L T U R A   T O T A L (M)									
(M)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10.0	5.0	5.1	5.2	5.2	5.3	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7
11.0	5.7	5.8	5.9	5.9	6.0	6.1	6.1	6.2	6.3	6.3
12.0	6.4	6.5	6.5	6.6	6.7	6.7	6.8	6.8	6.9	7.0
13.0	7.0	7.1	7.2	7.2	7.3	7.4	7.4	7.5	7.6	7.6
14.0	7.7	7.7	7.8	7.9	7.9	8.0	8.1	8.1	8.2	8.2
15.0	8.3	8.4	8.4	8.5	8.5	8.6	8.7	8.7	8.8	8.8
16.0	8.9	9.0	9.0	9.1	9.1	9.2	9.3	9.3	9.4	9.4
17.0	9.5	9.6	9.6	9.7	9.7	9.8	9.8	9.9	10.0	10.0
18.0	10.1	10.1	10.2	10.2	10.3	10.4	10.4	10.5	10.5	10.6
19.0	10.6	10.7	10.7	10.8	10.9	10.9	11.0	11.0	11.1	11.1
20.0	11.2	11.2	11.3	11.3	11.4	11.4	11.5	11.6	11.6	11.7
21.0	11.7	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0	12.0	12.1	12.1	12.2
22.0	12.2	12.3	12.3	12.4	12.4	12.5	12.5	12.6	12.6	12.7
23.0	12.7	12.8	12.8	12.9	12.9	13.0	13.0	13.1	13.1	13.2
24.0	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.5	13.5	13.5	13.6	13.6
25.0	13.7	13.7	13.8	13.8	13.9	13.9	14.0	14.0	14.1	14.1
26.0	14.1	14.2	14.2	14.3	14.3	14.4	14.4	14.5	14.5	14.5
27.0	14.6	14.6	14.7	14.7	14.8	14.8	14.8	14.9	14.9	15.0
28.0	15.0	15.1	15.1	15.1	15.2	15.2	15.3	15.3	15.3	15.4
29.0	15.4	15.5	15.5	15.5	15.6	15.6	15.7	15.7	15.7	15.8
30.0	15.8	15.9	15.9	15.9	16.0	16.0	16.0	16.1	16.1	16.2
31.0	16.2	16.2	16.3	16.3	16.3	16.4	16.4	16.5	16.5	16.5
32.0	16.6	16.6	16.6	16.7	16.7	16.7	16.8	16.8	16.8	16.9
33.0	16.9	16.9	17.0	17.0	17.0	17.1	17.1	17.2	17.2	17.2
34.0	17.2	17.3	17.3	17.3	17.4	17.4	17.4	17.5	17.5	17.5
35.0	17.6	17.6	17.6	17.7	17.7	17.7	17.8	17.8	17.8	17.8
36.0	17.9	17.9	17.9	18.0	18.0	18.0	18.1	18.1	18.1	18.1
37.0	18.2	18.2	18.2	18.3	18.3	18.3	18.3	18.4	18.4	18.4
38.0	18.4	18.5	18.5	18.5	18.5	18.6	18.6	18.6	18.7	18.7
39.0	18.7	18.7	18.8	18.8	18.8	18.8	18.9	18.9	18.9	18.9
40.0	18.9	19.0	19.0	19.0	19.0	19.1	19.1	19.1	19.1	19.2

$H_t = f(DAP)$  - Erro de 1,86 m - 8%

$H_t = f(H_c)$  - Erro de 2,11 m - 9%

$H_t = f(DAP, H_c)$  - Erro de 2,60 m - 11%

Não convém estimar a altura total em função do DAP e altura comercial, a não ser testando-se outros modelos a mais do que foram testados.

## 5. CONCLUSÕES

É possível estimar em Floresta Tropical a altura total ou altura comercial em função do DAP.

A estimativa da altura total foi sempre melhor que a estimativa da altura comercial.

A estimativa da altura total em função de uma variável apresentou melhores resultados que em função de 2 variáveis.

Nos levantamentos florestais não há necessidade de medir as 3 variáveis aqui medidas; medindo-se só o DAP pode-se estimar a altura total com baixo e razoável erro e estimar também a altura comercial com bons resultados.

Em levantamentos mais específicos mede-se o DAP e altura comercial.

Baseando-se na análise estatística apresentada nos Quadros 11 a 15, foi escolhido o modelo hiperbólico de Prodan para a relação hipsométrica:

$$a) Ht - 1,3 = D^2(b_0 + b_1D + b_2D^2)$$

$$b) Hc - 1,3 = D^2/(b_0 + b_1D + b_2D^2)$$

Para a relação altura total/altura comercial foi escolhido o modelo parabólico:

$$a) Ht = b_0 + b_1Hc + b_2Hc^2$$

$$b) Hc = b_0 + b_1Ht + b_2Ht^2$$

Para a relação dupla entre altura total/DAP, altura comercial foi selecionado o modelo hiperbólico de Prodan:

$$a) Ht - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D^2 + b_2 (D^2 / Hc - 1,3))$$

que se ajustaram melhor e podem ser usados na determinação das alturas das árvores individuais do Centro Florestal Herrera, tendo como variáveis independentes, diâmetro com casca, a altura do peito, altura total e altura comercial.

A grande vantagem desses modelos de regressão é a facilidade de serem feitas estimativas das alturas, através de variáveis fáceis de serem obtidas no campo, como é o DAP, aproveitando os dados coletados em inventários, levantamentos e experimentos florestais, sem onerar custos adicionais de medições para determinar as relações, pois os parâmetros diâmetro e altura são variáveis imprescindíveis para o cálculo de estimativas quantitativas no setor florestal.

A aplicação dessas equações de regressão para estimar altura total e altura comercial é válida exclusivamente para florestas tropicais úmidas, de idênticas condições ecológicas à área estudada e sítio semelhantes à população pesquisada. Contudo, esta metodologia poderá ser usada para outras áreas florestais com características variadas e sítios diferentes.

A estimativa das alturas através do diâmetro é uma importante ferramenta para determinar a volumetria de povoamentos em pé, sem a necessidade de corte das árvores, visando a confecção de um plano de manejo sustentado para a produção florestal.

A determinação das alturas através das equações de regressão é sem dúvida um ganho de custo e tempo, na medição das

variáveis diâmetro e altura, tornando mais econômicos os custos de medição com uso de equações de regressão pré-selecionadas.

É também um subsídio básico para cálculo de volume através de tabelas regionais, bem como a transformação de tabelas regionais em tabelas locais, e base para estimativa volumétrica de árvores individuais de unidades amostrais e povoamentos, bem como estudos de exploração e transporte de matéria-prima da empresa florestal.

## 6. RESUMO

O presente estudo, conduzido em uma Floresta Tropical Úmida, do Centro Florestal Herrera, com 1.500 ha, localizada no Distrito de Sapuena, Iquitos - Peru, teve como principal objetivo estudar e selecionar modelos de regressão para estimar altura total e altura comercial, em função de parâmetros dendrométricos de fácil obtenção no campo.

Para este estudo foram utilizadas 14.670 árvores e 137 espécies, com amplitude diamétrica de 25 a 140 cm, de uma floresta tropical úmida.

Dos modelos testados, os melhores resultados foram alcançados com as equações:

### a) Relação Hipsométrica:

$$Ht = D^2 / (-8,633586368 + 1,22168428 \cdot D + 0,0240630453 \cdot D^2) + 1,3$$

$$R^2 = 0,89$$

$$Syx = 1,8605$$

$$Hc = D^2 / (23,19249433 + 0,322901599 \cdot D + 0,0690218508 \cdot D^2) + 1,3$$

$$R^2 = 0,74$$

$$Syx = 2,0346$$

### b) Relação altura total/altura comercial:

$$Ht = 14,8149333 + 0,428543196 \cdot Hc + 0,00915443253 Hc^2$$

$$R^2 = 0,56$$

$$Syx = 2,1176$$

$$H_c = -2.549033882 + 0,839225673 \cdot H_t - 0,0075132924 \cdot H_t^2$$

$$R^2 = 0,48$$

$$S_{yx} = 2,9075$$

c) Relação altura total/DAP, altura comercial:

$$H_t = D^2 / (14,6366455 + 0,03019959D^2 + 0,086256198(D^2/H_c - 1,3)) + 1,3$$

$$R^2 = 0,91$$

$$S_{yx} = 2,6032$$

Os critérios adotados para a escolha dos melhores modelos de regressão foram: erro-padrão da variável dependente transformado e o erro-padrão residual das equações aritméticas.

Os modelos selecionados foram os melhores que se ajustaram aos dados e podem ser usados para estimar a altura total e altura comercial de árvores individuais em pé, baseando-se em diâmetros e alturas.

O uso destas equações de regressão é restrito a Floresta Tropical Úmida, em idênticas condições ecológicas à área pesquisada e sítio semelhante à população em estudo. Contudo, esta metodologia poderá ser usada para estimativas semelhantes com outras florestas, em diferentes condições ecológicas e sítios.

## SUMMARY

The present research was carried out in an uneven-aged stand of the Tropical Humid Forest, of Centro Florestal Herrera, with 1.500 ha located in the county of Sapuena, Iquitos, Peru. The main objective of this research was to study and to select regression models to estimate the total height and the merchantable height as a function of dendrometric parameters easy to be obtained in the field.

For this research, it was used data from 14.670 trees, and 137 species, with the diameter distribution ranging from 25 to 140 cm from the Tropical Humid Forest.

The Prodan's model:

$$Ht = D^2 / (-8,6335863683 + 1,22168428 \cdot D + 0,0240630453 \cdot D^2)^{+1,3}$$

$$R^2 = 0,89$$

$$Syx = 1,8605$$

$$Hm = D^2 / (23,19249433 + 0,322901599 \cdot D + 0,0690218508 \cdot D^2)^{+1,3}$$

$$R^2 = 0,74$$

$$Syx = 2,0346$$

$$Ht = D^2 / (14,6366455 + 0,03019959 \cdot D^2 + 0,086256198 \cdot (D^2/Hc-1,3))^{+1,3}$$

$$R^2 = 0,91$$

$$Syx = 2,6032$$

gave the best result among all tested models for height/d.b.h curves, followed by the parabolic model:



$$Ht = 14,8194333 + 0,428543196 \cdot Hm + 0,00715443253 \cdot Hm^2$$

$$R^2 = 0,56$$

$$Syx = 2,1176$$

$$Hm = -2,549033882 + 0,839225673 \cdot Ht - 0,0075132924 \cdot Ht^2$$

$$R^2 = 0,48$$

$$Syx = 2,9075$$

for relationship between total height/merchantable height, were determined for the forest as a whole.

The used criterium to choose the best model were standard error in the original form of the model.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, E.N. O eucalipto. 2. ed. Jundiaí, Companhia Paulista de Estrada de Ferro, 1961. 681 p.
2. ANUCHIN, N.P. Forest mensuration. Jerusalém, Israel Program for Scientific Translation, 1970. 494 p.
3. BRUCE, D. & SCHUMACHER, F.X. Forest mensuration. 3. ed. New York, McGraw-Hill, 1950. 483 p.
4. BRUCHWALD, A. Investigation of relation the between height and d.b.h. in Scots Pine stands. Folia Forestalia Polonica, 16: 163-170, 1970. Resumo.
5. BUDOWSKI, G. La identificacion en el campo de los arboles forestales mas importantes de la America Central. Turrialba, IICA, 1954. 325 p.
6. BURKHART, H.E. & STRUB, M.R. Dry weight field estimates to Loblolly pine: a comparison of two techniques. In: IUFRO BIOMASS STUDIES, Nancy, 1973. Paper presented. Maine, College of Science and Agriculture, s.d. p.29-64.
7. CHAPMAN, H.H. & MEYER, W.H. Forest mensuration. N.York, McGraw-Hill, 1949. 522 p.
8. CLIFFORD, A.M. Height-diameter curves for three species subject to stagnation. U.S.For. Serv. Res. Note RM-69, 1966. 2 p.
9. CURTIS, R.O. Height-diameter and height-diameter- age equations for second-growth Douglas-fir. For Science, 14 (4): 365-75, 1967.
10. CUNIA T. Forest Brometry Monography Series. Elements of Mathematical. Frommentorke of Statistics. Syracuse. 1974. 163 p.
11. DISSECU, R. Determination of the height as a function of diameter ground level by mean of a regreddion. Rev. Padurilor, 7: 419-21, 1958. Resumo.
12. DRAPER N.R. & SMITH H. Applied regression analysis. New York. John Wiley. 1966. 407 p.
13. EK, R. Performance of regression models for tree height estimation with small sample sizes. In: CONFERENCE OF THE ADVISORY GROUP OF FOREST STATISTICIANS, 41, Vancouver, 1973. Proceedings. Vancouver, 1973. p. 67-80.

14. EMBRY, R.S. & GOTTFRIED, G.S. Height-diameter equations to Arizona mixed conifers. U.S. For. Serv. Res. Note RM-191, 1971. 2 p.
15. EMROVIC, B. The graphical application of Levakovic's formulae. Sum. hist., 75(3/4): 148-56, 1951. Resumo.
16. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES PARA PADRONIZAÇÃO DA TERMINOLOGIA FLORESTAL, 1., 1976. Anais. Curitiba, FIEP, 1976.
17. FREESE, F. Linear regression methods for forest research. U.S. For. Serv. Res. Note FPL-17, 1973. 136p.
18. —. Elementary Statistical Methods for Foresters. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. 1967. 87 p.
19. FISHWICK, R. Estudo comparativo dos 6 métodos para calcular altura dominante de um povoamento florestal. Curitiba, PRODEPEF/IBDF, 1976.
20. GOMES, A.M. de A. Medição dos arvoredos. Lisboa, Sá da Costa, 1957. 413 p.
21. GARCIA, V.O. Height-diameter equations for Pinus radiata. Nota Técnica. Instituto Forestal, Chile, 19, 1974. 16 p.
22. OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES. Mapa ecologico del Peru, guia explicativo. Lima. 1976. 146 p.
23. HEINSDIJK, D. & BASTOS, A.M. Inventários Florestais na Amazônia. B. Setor de Inventários Florestais, 6, 1963. 3 p.
24. HENRICKSEN, H.A. Height diameter curve with logarithmic diameter: brief report on a most reliable method of height determination from heights curves introduced by state forest Research Branch. Nansk Skov. Foren. Tidsskr, 35(4): 193-202, 1950. Resumo.
25. HUSCH, B. Planificacion de un inventario forestal. Roma, FAO, 1971. 135 p.
26. HUSCH, B.; MILLER, C.I. & BEERS, T.W. Forest mensuration. 2. ed. New York, Ronald Press, 1971. 410 p.
27. HOSOKAWA, R.T. & MACEDO, J.N. Relações hipsométricas para Araucaria angustifolia. Floresta, 4(1):31, 1972.
28. KER, J.W. & SMITH, J.H.G. Advances of the parabolic regression of height-diameter relationship. For. Chronicle, 31: 236-246, 1955.

29. KORSUN, F. The height curve. Lesn. Prace, 26(6):185-190, 1947. Resumo.
30. KOSAK, A. Notes on Regression and Correlation Analysis as Important Tools in Forest Research. In: CONGRESSO MUNDIAL DA IUFRO, 16, Oslo, Norway. 1976.
31. LÖETSCH, F.; ZÖHRER, F. & HALLER, K.E. Forest inventory. Berlin, B.L.V., 1975. v.2, 469 p.
32. MEYER, H.A. A mathematical expression for height curves. J. For., 38:415-20, 1940.
33. MICHAİLLOFF, I. Numerical procedure for working out curves for stand height. Forstwiss Cbl. U. thar. Forstl. Jb., 6: 273-79, 1943. Resumo.
34. MACHADO, S.A. & ALBERTIN, W. Algumas relações dasométricas importantes em um bosque secundário tropical. Turrialba, 23(2): 192-199, 1973.
35. NASLUND, M. The number of sample trees and the accuracy of the height curve. Medd. Stat. Skoostorsoksoust. 25: 93-170, 1939. Resumo.
36. PETTERSON. H. Yield of coniferous forests. Medd.Stat. Skoostorsoksoust., 45, 1B, 189 p. 1955. Resumo.
37. PARDE, J. Dendrometrie. Nacy, L'Ecole National de Eaux et Forest, 1961, 350 p.
38. PITA CARPENTER, P.A. La relacion dasométrica entre altura totales y diámetros normales. Montes, 25 (149): 403-411, 1969.
39. SCHMIDT, P.B. Determinação indireta da relação hipsométrica para povoamentos de Pinus taeda, L. Curitiba, 1977. Tese. Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
40. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA - SUDAM. Levantamentos florestais realizados pela missão FAO na Amazônia. Belém, 1974. 2 v.
41. TROREY, L.G. A mathematical method for construction of diameter height curves based on site. For.Chronicle, 18 (2): 3-114, 1932.
42. TOSI, J. Zonas da vida natural no Peru. Lima, IICA Zona Andina, 1960. 271 p.
43. VEIGA, R.A.A. Equações volumétricas para Eucalyptus saligna. Smith em ocasião do primeiro corte. Botucatu, 1972, 174 p.

44. VEIGA, R.A.A. & TANAKA, O.K. Equações hipsométricas e de volume para Eucalyptus alba Rein. Botucatu, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, 1973.83 p.
45. VILLANUEVA, G.A. Inventário Forestal de los bosques de Copal. Iquitos, Peru, 1978, 71 p.

APÊNDICE

QUADRO 20: Florística

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
001	Aguja moena		Lauraceae
002	Agvano cumala	<u>Virola albidiflora</u> Ducke	Myristicaceae
003	Alcanfor moena	<u>Ocotea costulata</u> Ness.	Lauraceae
004	Almendo blanco	<u>Caryocar glabrum</u> Pers.	Caryocaraceae
005	Almendo colorado	<u>Caryocar amigdaliform</u> Mutis	Caryocaraceae
006	Ana caspi		Clusiaceae
007	Anis moena	<u>Endlicheria williamsii</u> Schmidt	Lauraceae
008	Añuje moena	<u>Aniba</u> sp.	Lauraceae
009	Apacharama	<u>Licania</u> sp.	Rosaceae
010	Azúcar huayo	<u>Hymenea oblongifolia</u> Hubert.	Caesalpinaceae
011	Azufre caspi	<u>Symphonia globulifera</u> Ducke	Guttiferaceae
012	Balata gomosa	<u>Pouteria duckeana</u> Baehni	Sapotaceae
013	Balata rosada	<u>Pouteria</u> sp.	Sapotaceae
014	Balata sapotina	<u>Chrysophyllum ulei</u> Krause	Sapotaceae
015	Bolaina blanca	<u>Guazuma</u> sp.	Sterculiaceae
016	Bombo caspi		Melastomaceae

Continua

QUADRO 20: Florística (continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
017	Caballo chupa	<u>Cespedesia</u> <u>spathulata</u> (Ruiz et Pav.) Planch.	Ochnaceae
018	Canela moena	<u>Ocotea</u> <u>laxiflora</u> (Ness) Mez.	Lauraceae
019	Capinuri de altura	<u>Clarisia</u> sp.	Moraceae
020	Capirona de altura	<u>Lorotea</u> <u>peruviana</u> Standl.	Rubiaceae
021	Caracha caspi	<u>Tachigalia</u> sp.	Caesalpinaceae
022	Carahuasca	<u>Guatteria</u> <u>pteropus</u> Benth.	Annonaceae
023	Cascarilla verde	<u>Cinchona</u> sp.	Rubiaceae
024	Casha moena		Lauraceae
025	Caucho	<u>Hevea</u> sp.	Euphorbiaceae
026	Caucho masha	<u>Sapium</u> <u>marmieri</u> Hubert.	Euphorbiaceae
027	Cedro	<u>Cedrela</u> <u>odorata</u> L.	Meliaceae
028	Cepanchina	<u>Sloanea</u> sp.	Eleocarpaceae
029	Cetico	<u>Cecropia</u> sp.	Moraceae
030	Chamisa	<u>Anthodicus</u> sp.	Caryocaraceae
031	Charapilla	<u>Coumaruna</u> sp.	Papilionaceae
032	Charichuelo	<u>Rhedia</u> sp.	Clusiaceae

Continua



QUADRO 20: Florística (continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
033	Chimicua	<u>Perebea chimicua</u> Mack.	Moraceae
034	Chontaquiro	<u>Diploctropis martiusii</u> Benth	Papilionaceae
035	Chullachaqui blanco	<u>Pouruma ovata</u> Trec.	Moraceae
036	Chullachaqui colorado	<u>Tavomita</u> sp.	Guttifereae
037	Copal blanco	<u>Protium</u> sp.	Burseraceae
038	Copal colorado	<u>Protium subserratum</u> Engl.	Burseraceae
039	Cumaceiba	<u>Swartzia opacifolia</u> Mack.	Caesalpinaceae
040	Cumala blanca	<u>Virola elongata</u> (Benth) Warb.	Myristicaceae
041	Cumaca colorada	<u>Yryanthera grandis</u> Ducke	Myristicaceae
042	Cumala cumaru	<u>Virola decorticans</u> Ducke	Myristicaceae
043	Cumala hoja marron	<u>Virola</u> sp.	Myristicaceae
044	Cumala hoja parda	<u>Virola</u> sp.	Myristicaceae
045	Espintana	<u>Fusea decurrens</u> Fries	Annonaceae
046	Estoraque	<u>Myroxylon balsamun</u> Harms	Papilionaceae
047	Gallinazo copal	<u>Trattinickia peruviana</u> Loes	Burseraceae
048	Goma pashaco	<u>Parkia oppositifolia</u> Spruce	Mimosaceae
049	Guariuba	<u>Clarisia</u> sp.	Moraceae

Continua

QUADRO 20: Florística (continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
050	Guisador caspi		Bignoniaceae
051	Haya huma	<u>Courupita</u> <u>amazonica</u> Knuth	Lecythidaceae
052	Huacapu		Guttiferae
053	Huairuro	<u>Ormosia</u> <u>coccinea</u> Jocke	Papilionaceae
054	Huairurillo		Conaraceae
055	Huacamayo caspi	<u>Sickingia</u> sp.	Rubiaceae
056	Huamanzamana	<u>Jacaranda</u> <u>copaia</u> Aubl.D.Don	Bignoniaceae
057	Huapina		Sapindaceae
058	Huarmi carpi	<u>Sterculia</u> <u>pruriens</u> Schum	Sterculiaceae
059	Huimba de altura	<u>Ceiba</u> <u>pentandra</u> Backh.	Bombacaceae
060	Ieoja	<u>Unonopsis</u> <u>floribunda</u> Diels	Annonaceae
061	Ineira caspi	<u>Chlorophora</u> <u>tintorea</u> L. Gam.	Moraceae
062	Isma moena		Lauraceae
063	Itauba	<u>Licaria</u> <u>quirirafuina</u> Kosterm.	Lauraceae
064	Lacre		Sapindaceae
065	Laja caspi		

Continua

QUADRO 20: Florística (continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
066	Lanza caspi	<u>Mouriria acutiflora</u> Naud.	Melastomaceae
067	Leche caspi	<u>Couma macrocarpa</u> Mart.	Apocynaceae
068	Loro micuna	<u>Macoubea guianensis</u> Aubl.	Apocynaceae
069	Llanchama	<u>Naucleopsis concinna</u> Berg.	Moraceae
070	Machimango blanco	<u>Eschweilera timbuchensis</u> Werm.	Lecythidaceae
071	Machimango colorado	<u>Eschweilera itayensis</u> Knuth	Lecythidaceae
072	Machin sapote	<u>Quararibea lasiocalyx</u> Schum.	Bombacaceae
073	Manchari caspi	<u>Vantanea abovata</u> Nus. et Mart.	Humiriaceae
074	Manchari colorado	<u>Vantanea</u> sp.	Humiriaceae
075	Marupa	<u>Simarouba amara</u> Aubl.	Simaroubaceae
076	Meto huayo		Vochyriaceae
077	Misho chaqui	<u>Helicostylis scabra</u> (Macbr.) Berg.	Moraceae
078	Moena		Lauraceae
079	Moena amarilla	<u>Ocotea petalanthra</u> (Meissn) Mez.	Lauraceae
080	Moena negra	<u>Nectandra</u> sp.	Lauraceae

Continua

QUADRO 20: Florística (continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
081	Moena sin olor	<u>Erisma uncinatum</u> Warm	Vochysiaceae
082	Muesca huayo		Rosaceae
083	Naranjo podrido	<u>Parahancornia peruviana</u> Monachino	Apocynaceae
084	Nina caspi		Flacurtiaceae
085	Palisangre	<u>Brosimun paraensis</u> Hubert.	Moraceae
086	Palo de sangre	<u>Swartzia cardiosperma</u> Benth	Caesalpinaceae
087	Palto moena	<u>Ocotea cuneifolia</u> (Ruiz et Pav.)	Lauraceae
088	Papelillo caspi	<u>Cariniana estrellinsis</u> Knuth	Lecythidaceae
089	Parinari	<u>Couepia chrysocalix</u> Benth	Rosaceae
090	Parinari blanco	<u>Couepia paraensis</u> Benth	Rosaceae
091	Parinari colorado	<u>Couepia thyrsoflora</u> Hook.	Rosaceae
092	Pashaco	<u>Schizolobium amazonica</u> Knuth	Caesalpinaceae
093	Pashaquillo	<u>Piptadenia</u> sp.	Mimosaceae
094	Pashaco cutanillo	<u>Parkia</u> sp.	Mimosaceae
095	Pashna huachana		Euphorbiaceae

Continua

QUADRO 20: Florística (continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
096	Pichirina	<u>Miconia amplexans</u> Mart.	Melastomaceae
097	Pucuna caspi	<u>Iryanthera laevis</u> Mart.	Myristicaceae
098	Pumaquiro	<u>Aspidosperma macrocarpa</u>	Apocynaceae
099	Quillobordon	<u>Aspidosperma varguesii</u> Huber.	Apocynaceae
100	Quinilla blanca	<u>Pouteria engleri</u> Eyma	Sapotaceae
101	Quinilla caimitillo	<u>Pouteria caimito</u> Radlk.	Sapotaceae
102	Quinilla colorada	<u>Manilkara bidentata</u> A.Dc.A.Chov.	Sapotaceae
103	Quinilla de fruto negro	<u>Pauteria madeirensis</u> Baehni	Sapotaceae
104	Remo caspi	<u>Swartzia brachyrachis</u> Var.	Caesalpinaceae
105	Renaco	<u>Ficus weberbaueri</u> Standl.	Moraceae
106	Requia	<u>Guarea</u> sp.	Meliaceae
107	Requia blanca	<u>Trichilia mavnasiana</u> C.DC.	Meliaceae
108	Requia colorada	<u>Guarea kunthiana</u> C.DC.	Meliaceae
109	Rifari blanco	<u>Miconia minutiflora</u> C.DC.	Melastomaceae
110	Rifari colorado	<u>Miconia wittii</u> Ule	Melastomaceae
111	Sacha cacao	<u>Theobroma subincanum</u> Mart.	Sterculiaceae

Continua

QUADRO 20: Florística (continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
112	Sacha huimba		Bombacaceae
113	Sacha guayaba		Myrtaceae
114	Sacha requia	<u>Trichilia</u> sp.	Meliaceae
115	Sacha tulpay	<u>Anonocarpus amazonicus</u> Ducke	Moraceae
116	Sacha uvilla	<u>Coussapoa amarginata</u> Killip.	Moraceae
117	Sacha uvas	<u>Ophiocaryon</u> sp.	Sabiaceae
118	Shimbillo	<u>Inga alba</u> Willd.	Mimosaceae
119	Shimbo	<u>Inga marginata</u> Willd	Mimosaceae
120	Shiringa	<u>Hevea spruceana</u> Muell. Arg.	Euphorbiaceae
121	Shiringa arana	<u>Sapium</u> sp.	Euphorbiaceae
122	Tahuari	<u>Tabebuia pentahylla</u> Hemsl.	Bignoniaceae
123	Tahuari blanco	<u>Tabebuia rosea</u> Hemsl.	Bignoniaceae
124	Tangarana	<u>Sclerolobium tintorium</u> Benth.	Caesalpinaceae
125	Tornillo	<u>Cedrelinga catenaeformis</u> Ducke	Mimosaceae
126	Tortuga blanca	<u>Diclinarona tessmannii</u> Diels	Annonaceae
127	Tortuga caspi	<u>Duguetia quitarensis</u> Benth	Annonaceae

Continua

QUADRO 20: Florística (continuação)

CÓDIGO	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
128	Uchumullaca		Myrtaceae
129	Ushum		Annonaceae
130	Yacushapana	<u>Buchenavia</u> sp.	Combretaceae
131	Yahuar huayo	<u>Ambelaina quadrangularis</u> Mull.Arg.	Apocynaceae
132	Yanahuasca		Annonaceae
133	Yerca caspi		Vochysiaceae
134	Yutubanco		Apocynaceae
135	Zancudo caspi	<u>Alchornea pearcai</u> Britton, bull	Euphorbiaceae
136	Zorro caspi		Annonaceae
137	Não identificada		

QUADRO 21: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para toda a floresta

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.0000	0.4987	0.2884	0.5350	0.9748	-0.9312	0.8945	0.4722	0.9749	0.2769
2	0.4987	1.0000	0.6290	0.5466	0.4630	-0.4994	0.4019	0.9853	0.5125	0.6044
3	0.2884	0.6290	1.0000	0.4550	0.2568	-0.3087	0.2126	0.6190	0.3073	0.9793
4	0.5350	0.5466	0.4550	1.0000	0.4988	-0.5292	0.4330	0.5150	0.5399	0.4350
5	0.9748	0.4630	0.2568	0.4988	1.0000	-0.8364	0.9703	0.4296	0.9062	0.2426
6	-0.9312	-0.4994	-0.3087	-0.5292	-0.8364	1.0000	-0.7018	-0.4736	-0.9683	-0.2974
7	0.8945	0.4019	0.2126	0.4330	0.9703	-0.7018	1.0000	0.3670	0.7912	0.1986
8	0.4722	0.9853	0.6190	0.5150	0.4296	-0.4736	0.3670	1.0000	0.5025	0.6058
9	0.9749	0.5125	0.3073	0.5399	0.9062	-0.9683	0.7912	0.5025	1.0000	0.3020
10	0.2769	0.6044	0.9793	0.4350	0.2426	-0.2974	0.1986	0.6058	0.3020	1.0000
11	0.4979	0.5293	0.4284	0.9683	0.4746	-0.4730	0.4211	0.4914	0.4912	0.3991
12	-0.4621	-0.4438	-0.4066	-0.8650	-0.4110	0.5027	-0.3400	-0.4239	-0.4837	-0.4076
13	0.4301	0.4801	0.3825	0.8903	0.4180	-0.3945	0.3777	0.4396	0.4162	0.3480
14	0.5234	0.5189	0.4495	0.9639	0.4756	-0.5378	0.4029	0.5000	0.5446	0.4429
15	-0.8757	-0.4841	-0.3069	-0.5074	-0.7622	0.9895	-0.6186	-0.4655	-0.9386	-0.2991
16	-0.0297	0.0478	0.0203	0.0083	-0.0284	0.0338	-0.0251	0.0541	-0.0252	0.0190
17	0.9288	0.2054	0.1039	0.4005	0.9423	-0.8124	0.9044	0.1798	0.8728	0.0986
18	0.7456	0.1484	-0.2537	0.2515	0.7675	-0.6382	0.7493	0.1307	0.6923	-0.2850
19	0.5148	0.9923	0.6228	0.5625	0.4838	-0.5055	0.4260	0.9556	0.5185	0.5888
20	0.2903	0.6310	0.9832	0.4598	0.2605	-0.3059	0.2179	0.6101	0.3040	0.9260



QUADRO 21: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para toda a floresta  
(continuação)

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.4979	-0.4621	0.4301	0.5234	-0.8757	-0.0297	0.9288	0.7456	0.5148	0.2903
2	0.5293	-0.4438	0.4801	0.5189	-0.4841	0.0478	0.2054	0.1484	0.9923	0.6310
3	0.4284	-0.4066	0.3825	0.4495	-0.3069	0.0203	0.1039	-0.2537	0.6228	0.9832
4	0.9683	-0.8650	0.8903	0.9639	-0.5074	0.0083	0.4005	0.2515	0.5625	0.4598
5	0.4746	-0.4110	0.4180	0.4756	-0.7622	-0.0284	0.9423	0.7675	0.4838	0.2605
6	-0.4730	0.5027	-0.3945	-0.5378	0.9895	0.0338	-0.8124	-0.6382	-0.5055	-0.3059
7	0.4211	-0.3400	0.3777	0.4029	-0.6186	-0.0251	0.9044	0.7493	0.4260	0.2179
8	0.4914	-0.4239	0.4396	0.5000	-0.4655	0.0541	0.1798	0.1307	0.9556	0.6101
9	0.4912	-0.4837	0.4162	0.5446	-0.9386	-0.0252	0.8728	0.6923	0.5185	0.3040
10	0.3991	-0.4076	0.3480	0.4429	-0.2991	0.0190	0.0986	-0.2850	0.5888	0.9260
11	1.0000	-0.7316	0.9743	0.8719	-0.4459	0.0218	0.3696	0.2339	0.5519	0.4434
12	-0.7316	1.0000	-0.5959	-0.9614	0.4986	0.0224	-0.3473	-0.2045	-0.4472	-0.3917
13	0.9743	-0.5959	1.0000	0.7540	-0.3663	0.0319	0.3145	0.1974	0.5068	0.4047
14	0.8719	-0.9614	0.7540	1.0000	-0.5257	-0.0051	0.3926	0.2408	0.5261	0.4425
15	-0.4459	0.4986	-0.3663	-0.5257	1.0000	0.0320	-0.7463	-0.5816	-0.4852	-0.3015
16	0.0218	0.0224	0.0319	-0.0051	0.0320	1.0000	-0.0459	-0.0309	0.0439	0.0220
17	0.3696	-0.3473	0.3145	0.3926	-0.7463	-0.0459	1.0000	0.8189	0.2260	0.1055
18	0.2339	-0.2045	0.1974	0.2408	-0.5816	-0.0309	0.8189	1.0000	0.1635	-0.2190
19	0.5519	-0.4472	0.5068	0.5261	-0.4852	0.0439	0.2260	0.1635	1.0000	0.6316
20	0.4434	-0.3917	0.4047	0.4425	-0.3015	0.0220	0.1055	-0.2190	0.6316	1.0000

QUADRO 22: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para o estrato 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.0000	0.2953	0.2129	0.3939	0.9797	-0.9472	0.9185	0.2904	0.9841	0.2128
2	0.2953	1.0000	0.6519	0.4900	0.2728	-0.3043	0.2386	0.9899	0.3047	0.6171
3	0.2129	0.6519	1.0000	0.4839	0.1923	-0.2245	0.1626	0.6345	0.2227	0.9777
4	0.3939	0.4900	0.4839	1.0000	0.3777	-0.3824	0.3437	0.4583	0.3934	0.4634
5	0.9797	0.2728	0.1923	0.3777	1.0000	-0.8670	0.9786	0.2664	0.9294	0.1916
6	-0.9472	-0.3043	-0.2245	-0.3824	-0.8670	1.0000	-0.7550	-0.3030	-0.9888	-0.2259
7	0.9185	0.2386	0.1626	0.3437	0.9786	-0.7550	1.0000	0.2312	0.8376	0.1615
8	0.2904	0.9899	0.6345	0.4583	0.2664	-0.3030	0.2312	1.0000	0.3016	0.6082
9	0.9841	0.3047	0.2227	0.3934	0.9294	-0.9888	0.8376	0.3016	1.0000	0.2234
10	0.2128	0.6171	0.9777	0.4634	0.1916	-0.2259	0.1615	0.6082	0.2234	1.0000
11	0.5836	-0.5619	-0.3213	-0.0303	0.5759	-0.5491	0.5455	-0.5858	0.5717	-0.3031
12	0.2558	-0.3649	-0.7547	-0.2181	0.2610	-0.2326	0.2587	-0.3642	0.2452	-0.8269
13	0.5533	-0.6115	-0.3687	-0.0748	0.5295	-0.5460	0.4850	-0.6243	0.5565	-0.3458
14	0.2728	-0.4508	-0.8474	-0.2597	0.2669	-0.2620	0.2517	-0.4449	0.2701	-0.8773
15	-0.9025	-0.2985	-0.2218	-0.3668	-0.8051	0.9924	-0.6813	-0.2986	-0.9633	-0.2237
16	-0.0561	0.0352	0.0017	-0.0068	-0.0539	0.0546	-0.0497	0.0302	-0.0561	-0.0073
17	0.8857	-0.1144	-0.0401	0.2092	0.9025	-0.7887	0.8828	-0.1252	0.8426	-0.0293
18	0.6471	-0.1228	-0.4499	0.0217	0.6709	-0.5666	0.6722	-0.1228	0.6089	-0.4932
19	0.2928	0.9907	0.6539	0.5123	0.2723	-0.2985	0.2398	0.9618	0.3004	0.6114
20	0.2022	0.6566	0.9812	0.4867	0.1830	-0.2122	0.1549	0.6310	0.2110	0.9209

QUADRO 22: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para o estrato 1  
(Continuação)

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.5836	0.2558	0.5533	0.2728	-0.9025	-0.0561	0.8857	0.6471	0.2928	0.2022
2	-0.5619	-0.3649	-0.6115	-0.4508	-0.2985	0.0352	-0.1144	-0.1228	0.9907	0.6566
3	-0.3213	-0.7547	-0.3687	-0.8474	-0.2218	0.0017	-0.0401	-0.4499	0.6539	0.9812
4	-0.0303	-0.2181	-0.0748	-0.2597	-0.3668	-0.0068	0.2092	0.0217	0.5123	0.4867
5	0.5759	0.2610	0.5295	0.2669	-0.8051	-0.0539	0.9025	0.6709	0.2723	0.1830
6	-0.5491	-0.2326	-0.5460	-0.2620	0.9924	0.0546	-0.7887	-0.5666	-0.2985	-0.2122
7	0.5455	0.2587	0.4850	0.2517	-0.6813	-0.0497	0.8828	0.6722	0.2398	0.1549
8	-0.5858	-0.3642	-0.6243	-0.4449	-0.2986	0.0302	-0.1252	-0.1228	0.9618	0.6310
9	0.5717	0.2452	0.5565	0.2701	-0.9633	-0.0561	0.8426	0.6089	0.3004	0.2110
10	-0.3031	-0.8269	-0.3458	-0.8773	-0.2237	-0.0073	-0.0293	-0.4932	0.6114	0.9209
11	1.0000	0.5058	0.9798	0.5741	-0.5227	-0.0680	0.8557	0.6340	-0.5311	-0.3243
12	0.5058	1.0000	0.5176	0.9486	-0.2200	-0.0157	0.4116	0.8567	-0.3571	-0.6707
13	0.9798	0.5176	1.0000	0.6078	-0.5287	-0.0719	0.7996	0.6053	-0.5894	-0.3746
14	0.5741	0.9486	0.6078	1.0000	-0.2515	-0.0197	0.4392	0.7922	-0.4463	-0.7911
15	-0.5227	-0.2200	-0.5287	-0.2515	1.0000	0.0519	-0.7351	-0.5267	-0.2914	-0.2090
16	-0.0680	-0.0157	-0.0719	-0.0197	0.0519	1.0000	-0.0674	-0.0377	0.0397	0.0133
17	0.8557	0.4116	0.7996	0.4392	-0.7351	-0.0674	1.0000	0.7417	-0.1038	-0.0496
18	0.6340	0.8567	0.6053	0.7922	-0.5267	-0.0377	0.7417	1.0000	-0.1199	-0.4006
19	-0.5311	-0.3571	-0.5894	-0.4463	-0.2914	0.0397	-0.1038	-0.1199	1.0000	0.6672
20	-0.3243	-0.6707	-0.3746	-0.7911	-0.2090	0.0133	-0.0496	-0.4006	0.6672	1.0000

QUADRO 23: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para o estrato 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.0000	0.4713	0.2616	0.5096	0.9734	-0.9326	0.8872	0.4481	0.9769	0.2505
2	0.4713	1.0000	0.6170	0.5273	0.4344	-0.4759	0.3725	0.9873	0.4846	0.5901
3	0.2616	0.6170	1.0000	0.4333	0.2294	-0.2857	0.1859	0.6086	0.2808	0.9781
4	0.5096	0.5273	0.4333	1.0000	0.4729	-0.5059	0.4057	0.4995	0.5168	0.4143
5	0.9734	0.4344	0.2294	0.4729	1.0000	-0.8351	0.9677	0.4066	0.9069	0.2165
6	-0.9326	-0.4759	-0.2857	-0.5059	-0.8351	1.0000	-0.6932	-0.4565	-0.9754	-0.2728
7	0.8872	0.3725	0.1859	0.4057	0.9677	-0.6932	1.0000	0.3435	0.7848	0.1734
8	0.4481	0.9873	0.6086	0.4995	0.4066	-0.4565	0.3435	1.0000	0.4735	0.5967
9	0.9769	0.4846	0.2808	0.5168	0.9069	-0.9754	0.7848	0.4735	1.0000	0.2785
10	0.2505	0.5901	0.9781	0.4143	0.2165	-0.2728	0.1734	0.5967	0.2785	1.0000
11	0.7215	-0.2333	-0.1604	0.1833	0.6999	-0.6728	0.6365	-0.2544	0.7110	-0.1546
12	0.4063	-0.1626	-0.6443	-0.0157	0.4057	-0.3590	0.3806	-0.1687	0.3902	-0.7054
13	0.7018	-0.2651	-0.1828	0.1615	0.6587	-0.6904	0.5768	-0.2847	0.7097	-0.1759
14	0.4299	-0.2171	-0.7223	-0.0349	0.4130	-0.4013	0.3702	-0.2226	0.4276	-0.7519
15	-0.8771	-0.4620	-0.2857	-0.4855	-0.7612	0.9900	-0.6108	-0.4474	-0.9436	-0.2766
16	-0.0248	0.0514	0.0221	0.0124	-0.0228	0.0305	-0.0189	0.0582	-0.0214	0.0214
17	0.9251	0.1696	0.0746	0.3718	0.9399	-0.8063	0.8995	0.1496	0.8728	0.0705
18	0.7328	0.1183	-0.2848	0.2234	0.7564	-0.6229	0.7374	0.1056	0.6827	-0.3195
19	0.4856	0.9936	0.6119	0.5441	0.4531	-0.4785	0.3939	0.9672	0.4935	0.5774
20	0.2631	0.6199	0.9831	0.4383	0.2328	-0.2823	0.1905	0.6044	0.2794	0.6256

QUADRO 23: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para o estrato 2  
(Continuação)

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.7215	0.4063	0.7018	0.4299	-0.8771	-0.0248	0.9251	0.7328	0.4856	0.2631
2	-0.2333	-0.1626	-0.2651	-0.2171	-0.4620	0.0514	0.1696	0.1183	0.9936	0.6199
3	-0.1604	-0.6443	-0.1828	-0.7223	-0.2857	0.0221	0.0746	-0.2848	0.6119	0.9831
4	0.1833	-0.0157	0.1615	-0.0349	-0.4855	0.0124	0.3718	0.2234	0.5441	0.4383
5	0.6999	0.4057	0.6587	0.4130	-0.7612	-0.0228	0.9399	0.7564	0.4531	0.2328
6	-0.6728	-0.3590	-0.6904	-0.4013	0.9900	0.0305	-0.8063	-0.6229	-0.4785	-0.2823
7	0.6365	0.3806	0.5768	0.3702	-0.6108	-0.0189	0.8995	0.7374	0.3939	0.1905
8	-0.2544	-0.1687	-0.2847	-0.2226	-0.4474	0.0582	0.1496	0.1056	0.9672	0.6044
9	0.7110	0.3902	0.7097	0.4276	-0.9436	-0.0214	0.8728	0.6827	0.4935	0.2794
10	-0.1546	-0.7054	-0.1759	-0.7519	-0.2766	0.0214	0.0705	-0.3195	0.5774	0.6256
11	1.0000	0.5712	0.9775	0.6248	-0.6350	-0.0640	0.8844	0.7060	-0.2037	-0.1574
12	0.5712	1.0000	0.5593	0.9375	-0.3313	-0.0245	0.5132	0.8595	-0.1486	-0.5729
13	0.9775	0.5593	1.0000	0.6434	-0.6639	-0.0691	0.8278	0.6563	-0.2370	-0.1804
14	0.6248	0.9375	0.6434	1.0000	-0.3784	-0.0323	0.5242	0.7677	-0.2005	-0.6697
15	-0.6350	-0.3313	-0.6639	-0.3784	1.0000	0.0294	-0.7407	-0.5672	-0.4614	-0.2804
16	-0.0640	-0.0245	-0.0691	-0.0323	0.0294	1.0000	-0.0401	-0.0246	0.0488	0.0239
17	0.8844	0.5132	0.8278	0.5242	-0.7407	-0.0401	1.0000	0.8092	0.1874	0.0755
18	0.7060	0.8595	0.6563	0.7677	-0.5672	-0.0246	0.8092	1.0000	0.1308	-0.2477
19	-0.2037	-0.1486	-0.2370	-0.2005	-0.4614	0.0488	0.1874	0.1308	1.0000	0.6208
20	-0.1574	-0.5729	-0.1804	-0.6697	-0.2804	0.0239	0.0755	-0.2477	0.6208	1.0000

QUADRO 24: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para o estrato 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.0000	0.2156	0.0267	-0.0686	0.9852	-0.9407	0.9495	0.1957	0.9839	0.0539
2	0.2156	1.0000	0.2112	0.0469	0.1770	-0.2722	0.1419	0.9970	0.2494	0.2235
3	0.0267	0.2112	1.0000	-0.2073	0.0500	0.0292	0.0658	0.2128	-0.0014	0.9871
4	-0.0686	0.0469	-0.2073	1.0000	-0.0903	0.0306	-0.1084	0.0489	-0.0473	-0.1722
5	0.9852	0.1770	0.0500	-0.0903	1.0000	-0.8708	-0.9890	0.1581	0.9392	0.0779
6	-0.9407	-0.2722	0.0292	0.0306	-0.8708	1.0000	-0.7933	-0.2522	-0.9860	0.0075
7	0.9495	0.1419	0.0658	-0.1084	0.9890	-0.7933	1.0000	0.1246	0.8801	0.0931
8	0.1957	0.9970	0.2128	0.0489	0.1581	-0.2522	0.1246	1.0000	0.2292	0.2229
9	0.9839	0.2494	-0.0014	-0.0473	0.9392	-0.9860	0.8801	0.2292	1.0000	0.0235
10	0.0539	0.2235	0.9871	-0.1722	0.0779	0.0075	0.0931	0.2229	0.0235	1.0000
11	0.9158	-0.1585	-0.0517	-0.0673	0.9118	-0.8421	0.8857	-0.1838	0.8906	-0.0274
12	0.6307	-0.0272	-0.6924	0.0920	0.5957	-0.6528	0.5551	-0.0389	0.6508	-0.7072
13	0.9218	-0.1359	-0.0844	-0.0670	0.8911	-0.9018	0.8442	-0.1577	0.9251	-0.0631
14	0.6272	0.0015	-0.7390	0.0937	0.5787	-0.6751	0.5272	-0.0116	0.6611	-0.7343
15	-0.8843	-0.2832	0.0526	0.0204	-0.7962	0.9897	-0.7067	-0.2639	-0.9522	0.0344
16	0.0259	0.1343	-0.0256	0.1646	0.0118	-0.0628	0.0037	0.1229	0.0441	-0.0333
17	0.9528	-0.0065	0.0168	-0.0824	0.9702	-0.8348	0.9610	-0.0297	0.9045	0.0440
18	0.9003	0.0810	-0.3290	0.0282	0.8975	-0.8316	0.8757	0.0624	0.8768	-0.3166
19	0.2317	0.9973	0.2087	0.0443	0.1923	-0.2881	0.1560	0.9886	0.2656	0.2229
20	-0.0006	0.1949	0.9893	-0.2355	0.0214	0.0505	0.0371	0.1980	-0.0261	0.9540

QUADRO 24: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para o estrato 3  
(Continuação)

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.9158	0.6307	0.9218	0.6272	-0.8843	0.0259	0.9528	0.9003	0.2317	-0.0006
2	-0.1585	-0.0272	-0.1359	0.0015	-0.2832	0.1343	-0.0065	0.0810	0.9973	0.1949
3	-0.0517	-0.6924	-0.0844	-0.7390	0.0526	-0.0256	0.0168	-0.3290	0.2087	0.9893
4	-0.0673	0.0920	-0.0670	0.0937	0.0204	0.1646	-0.0824	0.0282	0.0443	-0.2355
5	0.9118	0.5957	0.8911	0.5787	-0.7962	0.0118	0.9702	0.8975	0.1923	0.0214
6	-0.8421	-0.6528	-0.9018	-0.6751	0.9897	-0.0628	-0.8348	-0.8316	-0.2881	0.0505
7	0.8857	0.5551	0.8442	0.5272	-0.7067	0.0037	0.9610	0.8757	0.1560	0.0371
8	-0.1838	-0.0389	-0.1577	-0.0116	-0.2639	0.1229	-0.0297	0.0624	0.9886	0.1980
9	0.8906	0.6508	0.9251	0.6611	-0.9522	0.0441	0.9045	0.8768	0.2656	-0.0261
10	-0.0274	-0.7072	-0.0631	-0.7343	0.0344	-0.0333	0.0440	-0.3166	0.2229	0.9540
11	1.0000	0.6353	0.9753	0.6248	-0.7843	-0.0422	0.9747	0.8624	-0.1356	-0.0741
12	0.6353	1.0000	0.6754	0.9748	-0.6413	0.0911	0.5988	0.8737	-0.0169	-0.6670
13	0.9753	0.6754	1.0000	0.6752	-0.8631	-0.0030	0.9292	0.8651	-0.1161	-0.1037
14	0.6248	0.9748	0.6752	1.0000	-0.6727	0.0562	0.5805	0.8333	0.0129	-0.7289
15	-0.7843	-0.6413	-0.8631	-0.6727	1.0000	-0.0789	-0.7601	-0.7773	-0.2985	0.0704
16	-0.0422	0.0911	-0.0030	0.0562	-0.0789	1.0000	-0.0368	0.0716	0.1431	-0.0214
17	0.9747	0.5988	0.9292	0.5805	-0.7601	-0.0368	1.0000	0.8815	0.0136	-0.0102
18	0.8624	0.8737	0.8651	0.8333	-0.7773	0.0716	0.8815	1.0000	0.0969	-0.3349
19	-0.1356	-0.0169	-0.1161	0.0129	-0.2985	0.1431	0.0136	0.0969	1.0000	0.1912
20	-0.0741	-0.6670	-0.1037	-0.7289	0.0704	-0.0214	-0.0102	-0.3349	0.1912	1.0000

QUADRO 25: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Cumala colorada

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.0000	0.2227	0.0169	0.1453	0.9838	-0.9431	0.9421	0.1867	0.9840	0.0407
2	0.2227	1.0000	0.2316	0.2909	0.1994	-0.2537	0.1770	0.9975	0.2417	0.2345
3	0.0169	0.2316	1.0000	0.1517	0.0345	0.0415	0.0411	0.2270	-0.0101	0.9872
4	0.1453	0.2909	0.1517	1.0000	0.1568	-0.1186	0.1668	0.2893	0.1324	0.1748
5	0.9838	0.1994	0.0345	0.1568	1.0000	-0.8706	0.9867	0.1612	0.9368	0.0630
6	-0.9431	-0.2537	0.0415	-0.1186	-0.8706	1.0000	-0.7844	-0.2241	-0.9870	0.0292
7	0.9421	0.1770	0.0411	0.1668	0.9867	-0.7844	1.0000	0.1380	0.8696	0.0727
8	0.1867	0.9975	0.2270	0.2893	0.1612	-0.2241	0.1380	1.0000	0.2088	0.2267
9	0.9840	0.2417	-0.0101	0.1324	0.9368	-0.9870	0.8696	0.2088	1.0000	0.0079
10	0.0407	0.2345	0.9872	0.1748	0.0630	0.0292	0.0727	0.2267	0.0079	1.0000
11	0.8855	-0.2170	-0.0691	0.0610	0.8770	-0.8206	0.8423	-0.2560	0.8638	-0.0442
12	0.6438	-0.0185	-0.6959	-0.0302	0.6124	-0.6673	0.5749	-0.0329	0.6624	-0.7111
13	0.9044	-0.1791	-0.1057	0.0103	0.8681	-0.8915	0.8108	-0.2131	0.9110	-0.0874
14	0.6257	-0.0133	-0.7442	-0.0436	0.5770	-0.6811	0.5247	-0.0292	0.6614	-0.7445
15	-0.8913	-0.2595	0.0721	-0.1048	-0.8009	0.9908	-0.7026	-0.2327	-0.9566	0.0648
16	0.0634	0.2612	0.2084	0.0594	0.0536	-0.0941	0.0502	0.2403	0.0781	0.1786
17	0.9359	-0.0413	-0.0020	0.1338	0.9515	-0.8240	0.9365	-0.0824	0.8893	0.0275
18	0.9039	0.0995	-0.3410	0.0870	0.9098	-0.8293	0.8944	0.0699	0.8745	-0.3268
19	0.2561	0.9979	0.2343	0.2908	0.2352	-0.2802	0.2139	0.9908	0.2717	0.2402
20	-0.0025	0.2210	0.9902	0.1232	0.0096	0.0482	0.0125	0.2192	-0.0230	0.9557



QUADRO 25: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Cumala colorada (Continuação)

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.8855	0.6438	0.9044	0.6257	-0.8913	0.0634	0.9359	0.9039	0.2561	-0.0025
2	-0.2170	-0.0185	-0.1791	-0.0133	-0.2595	0.2612	-0.0413	0.0995	0.9979	0.2210
3	-0.0691	-0.6959	-0.1057	-0.7442	0.0721	0.2084	-0.0020	-0.3410	0.2343	0.9902
4	0.0610	-0.0302	0.0103	-0.0436	-0.1048	0.0594	0.1338	0.0870	0.2908	0.1232
5	0.8770	0.6124	0.8681	0.5770	-0.8009	0.0536	0.9515	0.9098	0.2352	0.0096
6	-0.8206	-0.6673	-0.8915	-0.6811	0.9908	-0.0941	-0.8240	-0.8293	-0.2802	0.0482
7	0.8423	0.5749	0.8108	0.5247	-0.7026	0.0502	0.9365	0.8944	0.2139	0.0125
8	-0.2560	-0.0329	-0.2131	-0.0292	-0.2327	0.2403	-0.0824	0.0699	0.9908	0.2192
9	0.8638	0.6624	0.9110	0.6614	-0.9566	0.0781	0.8893	0.8745	0.2717	-0.0230
10	-0.0442	-0.7111	-0.0974	-0.7445	0.0648	0.1786	0.0275	-0.3268	0.2402	0.9557
11	1.0000	0.6226	0.9711	0.6086	-0.7694	-0.0647	0.9715	0.8299	-0.1794	-0.0872
12	0.6226	1.0000	0.6754	0.9776	-0.6627	-0.0236	0.6018	0.8747	-0.0042	-0.6695
13	0.9711	0.6754	1.0000	0.6729	-0.8575	-0.0229	0.9234	0.8442	-0.1462	-0.1153
14	0.6086	0.9776	0.6729	1.0000	-0.6878	-0.0780	0.5717	0.8288	0.0021	-0.7270
15	-0.7694	-0.6627	-0.8575	-0.6878	1.0000	-0.1086	-0.7557	-0.7799	-0.2833	0.0735
16	-0.0647	-0.0236	-0.0229	-0.0780	-0.1086	1.0000	-0.0326	0.0297	0.2800	0.2295
17	0.9715	0.6018	0.9234	0.5717	-0.7557	-0.0326	1.0000	0.8721	-0.0022	-0.0271
18	0.8299	0.8747	0.8442	0.8288	-0.7799	0.0297	0.8721	1.0000	0.1280	-0.3471
19	-0.1794	-0.0042	-0.1462	0.0021	-0.2833	0.2800	-0.0022	0.1280	1.0000	0.2211
20	-0.0872	-0.6695	-0.1153	-0.7270	0.0735	0.2295	-0.0271	-0.3471	0.2211	1.0000

QUADRO 26: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Machimango blanco

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.0000	0.3624	0.2547	0.4928	0.9862	-0.9598	0.9447	0.3488	0.9884	0.2385
2	0.3624	1.0000	0.6762	0.2987	0.3341	-0.3885	0.2968	0.9915	0.3800	0.6398
3	0.2547	0.6762	1.0000	0.2311	0.2117	-0.3075	0.1610	0.6620	0.2865	0.9771
4	0.4928	0.2987	0.2311	1.0000	0.4740	-0.4945	0.4425	0.2936	0.4986	0.2346
5	0.9862	0.3341	0.2117	0.4740	1.0000	-0.9016	0.9858	0.3189	0.9499	0.1881
6	-0.9598	-0.3885	-0.3075	-0.4945	-0.9016	1.0000	-0.8204	-0.3788	-0.9912	-0.3039
7	0.9447	0.2968	0.1610	0.4425	0.9858	-0.8204	1.0000	0.2807	0.8857	0.1302
8	0.3488	0.9915	0.6620	0.2936	0.3189	-0.3788	0.2807	1.0000	0.3683	0.6348
9	0.9884	0.3800	0.2865	0.4986	0.9499	-0.9912	0.8857	0.3683	1.0000	0.2772
10	0.2385	0.6398	0.9771	0.2346	0.1881	-0.3039	0.1302	0.6348	0.2772	1.0000
11	0.5788	-0.5136	-0.3154	0.1668	0.5849	-0.5336	0.5756	-0.5404	0.5599	-0.3054
12	0.3440	-0.2851	-0.6502	0.0588	0.4089	-0.2332	0.4717	-0.2907	0.2839	-0.7258
13	0.5642	-0.5478	-0.3361	0.1793	0.5569	-0.5397	0.5342	-0.5669	0.5570	-0.3207
14	0.3039	-0.4241	-0.8138	0.0374	0.3347	-0.2379	0.3589	-0.4268	0.2703	-0.8494
15	-0.9232	-0.3908	-0.3199	-0.4849	-0.8504	0.9936	-0.7577	-0.3827	-0.9701	-0.3208
16	-0.1108	0.0175	-0.0156	-0.1230	-0.1189	0.0883	-0.1218	0.0233	-0.0998	-0.0123
17	0.8695	-0.0805	-0.0516	0.3455	0.8883	-0.7868	0.8835	-0.0976	0.8326	-0.0571
18	0.5874	-0.0441	-0.3343	0.2141	0.6589	-0.4560	0.7235	-0.0486	0.5176	-0.3920
19	0.3690	0.9928	0.6786	0.3018	0.3432	-0.3900	0.3079	0.9692	0.3839	0.6340
20	0.2548	0.6788	0.9816	0.2191	0.2194	-0.2957	0.1762	0.6560	0.2800	0.9204

QUADRO 26: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Machimango blanco (Continuação)

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.5788	0.3440	0.5642	0.3039	-0.9232	-0.1108	0.8695	0.5874	0.3690	0.2548
2	-0.5136	-0.2851	-0.5478	-0.4241	-0.3908	0.0175	-0.0805	-0.0441	0.9928	0.6788
3	-0.3154	-0.6502	-0.3361	-0.8138	-0.3199	-0.0156	-0.0516	-0.3343	0.6786	0.9816
4	0.1668	0.0588	0.1793	0.0374	-0.4849	-0.1230	0.3455	0.2141	0.3018	0.2191
5	0.5849	0.4089	0.5569	0.3347	-0.8504	-0.1189	0.8883	0.6589	0.3432	0.2194
6	-0.5336	-0.2332	-0.5397	-0.2379	0.9936	0.0883	-0.7868	-0.4560	-0.3900	-0.2957
7	0.5756	0.4717	0.5342	0.3589	-0.7577	-0.1218	0.8835	0.7235	0.3079	0.1762
8	-0.5404	-0.2907	-0.5669	-0.4268	-0.3827	0.0233	-0.0976	-0.0486	0.9692	0.6560
9	0.5599	0.2839	0.5570	0.2703	-0.9701	-0.0998	0.8326	0.5176	0.3839	0.2800
10	-0.3054	-0.7258	-0.3207	-0.8494	-0.3208	-0.0123	-0.0571	-0.3920	0.6340	0.9204
11	1.0000	0.5313	0.9795	0.6072	-0.5049	-0.1044	0.8739	0.5440	-0.4826	-0.3106
12	0.5313	1.0000	0.5110	0.8935	-0.1927	-0.0283	0.5303	0.9020	-0.2758	-0.5701
13	0.9795	0.5110	1.0000	0.6201	-0.5175	-0.1093	0.8249	0.5016	-0.5234	-0.3359
14	0.6072	0.8935	0.6201	1.0000	-0.2087	-0.0415	0.5116	0.6855	-0.4151	-0.7550
15	-0.5049	-0.1927	-0.5175	-0.2087	1.0000	0.0781	-0.7396	-0.4051	-0.3903	-0.3042
16	-0.1044	-0.0283	-0.1093	-0.0415	0.0781	1.0000	-0.1167	-0.0481	0.0100	-0.0242
17	0.8739	0.5303	0.8249	0.5116	-0.7396	-0.1167	1.0000	0.6917	-0.0637	-0.0468
18	0.5440	0.9020	0.5016	0.6855	-0.4051	-0.0481	0.6917	1.0000	-0.0396	-0.2826
19	-0.4826	-0.2758	-0.5234	-0.4151	-0.3903	0.0100	-0.0637	-0.0396	1.0000	0.6895
20	-0.3106	-0.5701	-0.3359	-0.7550	-0.3042	-0.0242	-0.0468	-0.2826	0.6895	1.0000

QUADRO 27: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Parinari

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.0000	0.3430	0.2432	0.3960	0.9859	-0.9583	0.9444	0.3335	0.9879	0.2312
2	0.3430	1.0000	0.6194	0.4341	0.3139	-0.3695	0.2759	0.9913	0.3611	0.5915
3	0.2432	0.6194	1.0000	0.1427	0.2024	-0.2948	0.1555	0.6156	0.2740	0.9773
4	0.3960	0.4341	0.1427	1.0000	0.3886	-0.3827	0.3706	0.4091	0.3929	0.1590
5	0.9859	0.3139	0.2024	0.3886	1.0000	-0.8985	0.9859	0.3028	0.9485	0.1841
6	-0.9583	-0.3695	-0.2948	-0.3827	-0.8985	1.0000	-0.8167	-0.3638	-0.9908	-0.2935
7	0.9444	0.2759	0.1555	0.3706	0.9859	-0.8167	1.0000	0.2640	0.8839	0.1313
8	0.3335	0.9913	0.6156	0.4091	0.3028	-0.3638	0.2640	1.0000	0.3534	0.5955
9	0.9879	0.3611	0.2740	0.3929	0.9485	-0.9908	0.8839	0.3534	1.0000	0.2679
10	0.2312	0.5915	0.9773	0.1590	0.1841	-0.2935	0.1313	0.5955	0.2679	1.0000
11	0.5882	-0.5196	-0.2880	0.0161	0.5958	-0.5401	0.5882	-0.5436	0.5678	-0.2802
12	0.3555	-0.2588	-0.6483	0.0594	0.4119	-0.2525	0.4630	-0.2684	0.3006	-0.7219
13	0.5687	-0.5599	-0.3042	-0.0170	0.5614	-0.5442	0.5393	-0.5756	0.5615	-0.2924
14	0.3278	-0.3761	-0.8062	0.0605	0.3534	-0.2659	0.3706	-0.3854	0.2972	-0.8396
15	-0.9203	-0.3715	-0.3074	-0.3692	-0.8456	0.9934	-0.7521	-0.3675	-0.9689	-0.3099
16	-0.0909	0.0561	-0.0178	0.0010	-0.0954	0.0748	-0.0952	0.0577	-0.0833	-0.0125
17	0.8723	-0.0908	-0.0387	0.2304	0.8933	-0.7848	0.8909	-0.1039	0.8330	-0.0424
18	0.6019	-0.0309	-0.3294	0.1836	0.6645	-0.4774	0.7167	-0.0363	0.5370	-0.3841
19	0.3458	0.9926	0.6116	0.4542	0.3191	-0.3672	0.2830	0.9682	0.3611	0.5771
20	0.2403	0.6183	0.9818	0.1240	0.2058	-0.2819	0.1650	0.6068	0.2656	0.9210

QUADRO 27: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Parinari  
(Continuação)

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.5882	0.3555	0.5687	0.3278	-0.9203	-0.0909	0.8723	0.6019	0.3458	0.2403
2	-0.5196	-0.2588	-0.5599	-0.3761	-0.3715	0.0561	-0.0908	-0.0309	0.9926	0.6183
3	-0.2880	-0.6483	-0.3042	-0.8062	-0.3074	-0.0178	-0.0387	-0.3294	0.6116	0.9818
4	0.0161	0.0594	-0.0170	0.0605	-0.3692	0.0010	0.2304	0.1836	0.4542	0.1240
5	0.5958	0.4119	0.5614	0.3534	-0.8456	-0.0954	0.8933	0.6645	0.3191	0.2058
6	-0.5401	-0.2525	-0.5442	-0.2659	0.9934	0.0748	-0.7848	-0.4774	-0.3672	-0.2819
7	0.5882	0.4630	0.5393	0.3706	-0.7521	-0.0952	0.8909	0.7167	0.2830	0.1650
8	-0.5436	-0.2684	-0.5756	-0.3854	-0.3675	0.0577	-0.1039	-0.0363	0.9682	0.6068
9	0.5678	0.3006	0.5615	0.2972	-0.9689	-0.0833	0.8330	0.5370	0.3611	0.2656
10	-0.2802	-0.7219	-0.2924	-0.8396	-0.3099	-0.0125	-0.0424	-0.3841	0.5771	0.9210
11	1.0000	0.5230	0.9779	0.5927	-0.5103	-0.1141	0.8746	0.5468	-0.4912	-0.2836
12	0.5230	1.0000	0.5003	0.8950	-0.2131	-0.0243	0.5225	0.9007	-0.2460	-0.5703
13	0.9779	0.5003	1.0000	0.6006	-0.5217	-0.1237	0.8201	0.5013	-0.5385	-0.3033
14	0.5927	0.8950	0.6006	1.0000	-0.2367	-0.0341	0.5093	0.6916	-0.3610	-0.7498
15	-0.5103	-0.2131	-0.5217	-0.2367	1.0000	0.0669	-0.7358	-0.4267	-0.3672	-0.2912
16	-0.1141	-0.0243	-0.1237	-0.0341	0.0669	1.0000	-0.1073	-0.0407	0.0526	-0.0277
17	0.8746	0.5225	0.8201	0.5093	-0.7358	-0.1073	1.0000	0.6923	-0.0778	-0.0366
18	0.5468	0.9007	0.5013	0.6916	-0.4267	-0.0407	0.6923	1.0000	-0.0256	-0.2806
19	-0.4912	-0.2460	-0.5385	-0.3610	-0.3672	0.0526	-0.0778	-0.0256	1.0000	0.6177
20	-0.2836	-0.5703	-0.3033	-0.7498	-0.2912	-0.0277	-0.0366	-0.2806	0.6177	1.0000

QUADRO 28: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Shimbillo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.0000	0.3740	0.2203	0.3851	0.9833	-0.9532	0.9335	0.3595	0.9862	0.2128
2	0.3740	1.0000	0.5717	0.5622	0.3483	-0.3922	0.3128	0.9904	0.3879	0.5506
3	0.2203	0.5717	1.0000	0.1544	0.1802	-0.2693	0.1343	0.5801	0.2500	0.9776
4	0.3851	0.5622	0.1544	1.0000	0.3773	-0.3718	0.3585	0.5215	0.3820	0.1660
5	0.9833	0.3483	0.1802	0.3773	1.0000	-0.8847	0.9828	0.3303	0.9403	0.1680
6	-0.9532	-0.3922	-0.2693	-0.3718	-0.8847	1.0000	-0.7898	-0.3845	-0.9899	-0.2712
7	0.9335	0.3128	0.1343	0.3585	0.9828	-0.7898	1.0000	0.2923	0.8641	0.1184
8	0.3595	0.9904	0.5801	0.5215	0.3303	-0.3845	0.2923	1.0000	0.3770	0.5651
9	0.9862	0.3879	0.2500	0.3820	0.9403	-0.9899	0.8641	0.3770	1.0000	0.2476
10	0.2128	0.5506	0.9776	0.1660	0.1680	-0.2712	0.1184	0.5651	0.2476	1.0000
11	0.5615	-0.5166	-0.2911	-0.0895	0.5606	-0.5198	0.5394	-0.5449	0.5455	-0.2836
12	0.3733	-0.2127	-0.6514	0.0584	0.4196	-0.2771	0.4530	-0.2307	0.3233	-0.7220
13	0.5424	-0.5577	-0.3073	-0.1351	0.5287	-0.5225	0.4963	-0.5774	0.5385	-0.2963
14	0.3553	-0.3102	-0.8026	0.0538	0.3738	-0.2988	0.3795	-0.3313	0.3285	-0.8331
15	-0.9121	-0.3904	-0.2805	-0.3583	-0.8276	0.9929	-0.7208	-0.3854	-0.9663	-0.2860
16	-0.0319	0.1798	0.0060	0.1992	-0.0312	0.0248	-0.0258	0.1669	-0.0291	0.0103
17	0.8683	-0.0674	-0.0446	0.1699	0.8822	-0.7814	0.8648	-0.0856	0.8306	-0.0462
18	0.6256	0.0144	-0.3305	0.1836	0.6797	-0.5023	0.7134	0.0017	0.5628	-0.3808
19	0.3818	0.9919	0.5507	0.5946	0.3606	-0.3917	0.3292	0.9652	0.3912	0.5251
20	0.2155	0.5674	0.9823	0.1394	0.1803	-0.2560	0.1385	0.5694	0.2406	0.9226

QUADRO 28: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Shimbillo  
(Continuação)

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.5615	0.3733	0.5424	0.3553	-0.9121	-0.0319	0.8683	0.6256	0.3818	0.2155
2	-0.5166	-0.2127	-0.5577	-0.3102	-0.3904	0.1798	-0.0674	0.0144	0.9919	0.5674
3	-0.2911	-0.6514	-0.3073	-0.8026	-0.2805	0.0060	-0.0446	-0.3305	0.5507	0.9823
4	-0.0895	0.0584	-0.1351	0.0538	-0.3583	0.1992	0.1699	0.1836	0.5946	0.1394
5	0.5606	0.4196	0.5287	0.3738	-0.8276	-0.0312	0.8822	0.6797	0.3606	0.1803
6	-0.5198	-0.2771	-0.5225	-0.2988	0.9929	0.0248	-0.7814	-0.5023	-0.3917	-0.2560
7	0.5394	0.4530	0.4963	0.3795	-0.7208	-0.0258	0.8648	0.7134	0.3292	0.1385
8	-0.5449	-0.2307	-0.5774	-0.3313	-0.3854	0.1669	-0.0856	0.0017	0.9652	0.5694
9	0.5455	0.3233	0.5385	0.3285	-0.9663	-0.0291	0.8306	0.5628	0.3912	0.2406
10	-0.2836	-0.7220	-0.2963	-0.8331	-0.2860	0.0103	-0.0462	-0.3808	0.5251	0.9226
11	1.0000	0.5182	0.9773	0.5836	-0.4911	-0.1592	0.8643	0.5399	-0.4829	-0.2863
12	0.5182	1.0000	0.4953	0.8981	-0.2383	-0.0155	0.5286	0.8983	-0.1914	-0.5762
13	0.9773	0.4953	1.0000	0.5914	-0.5009	-0.1764	0.8101	0.4946	-0.5307	-0.3054
14	0.5836	0.8981	0.5914	1.0000	-0.2704	-0.0264	0.5172	0.7002	-0.2830	-0.7492
15	-0.4911	-0.2383	-0.5009	-0.2704	1.0000	0.0205	-0.7309	-0.4500	-0.3870	-0.2641
16	-0.1592	-0.0155	-0.1764	-0.0264	0.0205	1.0000	-0.1022	-0.0150	0.1898	-0.0031
17	0.8643	0.5286	0.8101	0.5172	-0.7309	-0.1022	1.0000	0.7046	-0.0489	-0.0438
18	0.5399	0.8983	0.4946	0.7002	-0.4500	-0.0150	0.7046	1.0000	0.0272	-0.2852
19	-0.4829	-0.1914	-0.5307	-0.2830	-0.3870	0.1898	-0.0489	0.0272	1.0000	0.5520
20	-0.2863	-0.5762	-0.3054	-0.7492	-0.2641	-0.0031	-0.0438	-0.2852	0.5520	1.0000

QUADRO 29: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Tangarana

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.0000	0.3779	0.2269	0.3645	0.9817	-0.9474	0.9296	0.3640	0.9845	0.2219
2	0.3779	1.0000	0.5927	0.6121	0.3507	-0.3948	0.3140	0.9901	0.3919	0.5716
3	0.2269	0.5927	1.0000	0.2288	0.1925	-0.2690	0.1546	0.6011	0.2526	0.9776
4	0.3645	0.6121	0.2288	1.0000	0.3508	-0.3566	0.3256	0.5716	0.3652	0.2314
5	0.9817	0.3507	0.1925	0.3508	1.0000	-0.8718	0.9824	0.3338	0.9337	0.1822
6	-0.9474	-0.3948	-0.2690	-0.3566	-0.8718	1.0000	-0.7717	-0.3879	-0.9886	-0.2742
7	0.9296	0.3140	0.1546	0.3256	0.9824	-0.7717	1.0000	0.2951	0.8534	0.1403
8	0.3640	0.9901	0.6011	0.5716	0.3338	-0.3879	0.2951	1.0000	0.3816	0.5863
9	0.9845	0.3919	0.2526	0.3652	0.9337	-0.9886	0.8534	0.3816	1.0000	0.2531
10	0.2219	0.5716	0.9776	0.2314	0.1822	-0.2742	0.1403	0.5863	0.2531	1.0000
11	0.5622	-0.5098	-0.3023	-0.1409	0.5574	-0.5212	0.5315	-0.5385	0.5475	-0.2939
12	0.3657	-0.2264	-0.6476	0.0115	0.3985	-0.2803	0.4141	-0.2440	0.3232	-0.7179
13	0.5394	-0.5553	-0.3248	-0.1957	0.5223	-0.5209	0.4866	-0.5748	0.5369	-0.3115
14	0.3595	-0.3219	-0.7961	-0.0122	0.3693	-0.3092	0.3640	-0.3430	0.3372	-0.8248
15	-0.9020	-0.3911	-0.2782	-0.3437	-0.8092	0.9922	-0.6970	-0.3871	-0.9626	-0.2872
16	-0.0094	0.2147	0.0420	0.2336	-0.0048	0.0092	0.0034	0.2004	-0.0104	0.0421
17	0.8766	-0.0484	-0.0344	0.1385	0.8884	-0.7835	0.8670	-0.0664	0.8369	-0.0351
18	0.6314	0.0137	-0.3168	0.1553	0.6710	-0.5164	0.6843	0.0016	0.5754	-0.3664
19	0.3840	0.9916	0.5712	0.6413	0.3608	-0.3933	0.3271	0.9639	0.3940	0.5455
20	0.2181	0.5871	0.9826	0.2191	0.1889	-0.2512	0.1554	0.5889	0.2389	0.9234



QUADRO 29: Coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas para a espécie Tangarana  
(Continuação)

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.5622	0.3657	0.5394	0.3595	-0.9020	-0.0094	0.8766	0.6314	0.3840	0.2181
2	-0.5098	-0.2264	-0.5553	-0.3219	-0.3911	0.2147	-0.0484	0.0137	0.9916	0.5871
3	-0.3023	-0.6476	-0.3248	-0.7961	-0.2782	0.0420	-0.0344	-0.3168	0.5712	0.9826
4	-0.1409	0.0115	-0.1957	-0.0122	-0.3437	0.2336	0.1385	0.1553	0.6413	0.2191
5	0.5574	0.3985	0.5223	0.3693	-0.8092	-0.0048	0.8884	0.6710	0.3608	0.1889
6	-0.5212	-0.2803	-0.5209	-0.3092	0.9922	0.0092	-0.7835	-0.5164	-0.3933	-0.2512
7	0.5315	0.4141	0.4866	0.3640	-0.6970	0.0034	0.8670	0.6843	0.3271	0.1554
8	-0.5385	-0.2440	-0.5748	-0.3430	-0.3871	0.2004	-0.0664	0.0016	0.9639	0.5889
9	0.5475	0.3232	0.5369	0.3372	-0.9626	-0.0104	0.8369	0.5754	0.3940	0.2389
10	-0.2939	-0.7179	-0.3115	-0.8248	-0.2872	0.0421	-0.0351	-0.3664	0.5455	0.9234
11	1.0000	0.5310	0.9769	0.6018	-0.4912	-0.1707	0.8570	0.5541	-0.4758	-0.2989
12	0.5310	1.0000	0.5093	0.8974	-0.2425	-0.0294	0.5229	0.8939	-0.2054	-0.5741
13	0.9769	0.5093	1.0000	0.6120	-0.4985	-0.1909	0.8015	0.5079	-0.5284	-0.3254
14	0.6018	0.8974	0.6120	1.0000	-0.2808	-0.0460	0.5215	0.7007	-0.2948	-0.7461
15	-0.4912	-0.2425	-0.4985	-0.2808	1.0000	0.0073	-0.7287	-0.4633	-0.3866	-0.2573
16	-0.1707	-0.0294	-0.1909	-0.0460	0.0073	1.0000	-0.0913	-0.0159	0.2248	0.0357
17	0.8570	0.5229	0.8015	0.5215	-0.7287	-0.0913	1.0000	0.7113	-0.0311	-0.0360
18	0.5541	0.8939	0.5079	0.7007	-0.4633	-0.0159	0.7113	1.0000	0.0252	-0.2737
19	-0.4758	-0.2054	-0.5284	-0.2948	-0.3866	0.2248	-0.0311	0.0252	1.0000	0.5713
20	-0.2989	-0.5741	-0.3254	-0.7461	-0.2573	0.0357	-0.0360	-0.2737	0.5713	1.0000

QUADRO 30: Coeficientes e estatística básica da relação hipsométrica dos modelos de regressão testados para estimar a altura total do Centro Herrera

Nº	EQUAÇÃO	COEFICIENTES	R <sup>2</sup>	Syx	Syxt	F
1	Ht = b0 + b1D	b0 = 15,34252128 b1 = 0,162956542	0,25	3,7343	-	4782,85
2	Ht = b0 + b1D + b2D <sup>2</sup>	b0 = 12,08083147 b1 = 0,311216836 b2 = -0,00148008	0,26	3,7075	-	2531,25
3	Ht = b0 + b1/D	b0 = 29,79096834 b1 = -288,5628894	0,25	3,7326	-	4800,41
4	Ht = b0+b1/D+b2D	b0 = 22,73916465 b1 = -152,201783 b2 = 0,082807098	0,26	3,7114	-	2510,67
5	Ht=b0+b1D+b2D <sup>2</sup> +b3D <sup>3</sup>	b0 = 10,49863621 b1 = 0,40966556 b2 = -0,00331375 b3 = 0,0000102002	0,26	3,7065	-	1691,38
Continua						

QUADRO 30: Coeficientes e estatística básica da relação hipsométrica dos modelos de regressão testados para estimar a altura total do Centro Herrera (continuação)

Nº	EQUAÇÃO	COEFICIENTES	R <sup>2</sup>	Syx	Syxt	F
6	Log Ht = b0 + b1 Log D + b2 D	b0 = 0,490166784 b1 = 0,59459953 b2 = 0,00246523	0,26	0,0779	3,6703	2523,49
7	Log Ht = b0 + b1 D + b2 D <sup>2</sup>	b0 = 1,1103904 b1 = 0,00737017 b2 = -0,0000411975	0,25	0,0788	3,7127	2303,95
8	Ht = b0 + b1 Log D	b0 = -4,99346528 b1 = 17,00499868	0,26	3,6995	-	5146,27
9	Ht = b0 + b1/D <sup>2</sup>	b0 = 25,98593052 b1 = 5092061297	0,24	3,7699	-	4420,99
10	Ht = b0 + b1 D <sup>2</sup>	b0 = 19,1851641 b1 = 0,00147218	0,21	3,8187	-	3941,77

Continua

QUADRO 30: Coeficientes e estatística básica da relação hipsométrica dos modelos de regressão testados para estimar a altura total do Centro Herrera (continuação)

Nº	EQUAÇÃO	COEFICIENTES	R <sup>2</sup>	Syx	Syxt	F
11	$H_t - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D + b_2 D^2)$	$b_0 = -8,633586368$ $b_1 = 1,22168428$ $b_2 = 0,0240630453$	0,89	6,5165	1,8605	58476,72
12	$\text{Log } H_t = \text{Log } b_0 + b_1 \text{ Log } D$	$b_0 = -0,10949512$ $b_1 = 0,350538829$	0,25	0,0783	3,6891	58476,72
13	$\text{Log } H_t = b_0 + b_1 D$	$b_0 = 1,200826703$ $b_1 = 0,00324339$	0,23	0,0798	3,7598	4144,73
14	$\text{Log } H_t = b_0 + b_1 \text{ Log } D$	$b_0 = 0,777150055$ $b_1 = 0,350538829$	0,25	0,07830	3,6811	4880,93
15	$H_t = D^2 / (b_0 + b_1 D^2) + 1,3$	$b_0 = 17,51148055$ $b_1 = 0,037263797$	0,89	20,5504	3,8592	114496,83
16	$1 / \sqrt[3]{H_t - 1,3} = b_0 + b_1 / D$	$b_0 = 15,8882578$ $b_1 = 0,682629336$	0,30	19,2117	3,6078	6155,18
Continua						

QUADRO 30: Coeficientes e estatística básica da relação hipsométrica dos modelos de regressão testados para estimar a altura total do Centro Herrera (continuação)

Nº	EQUAÇÃO	COEFICIENTES	R <sup>2</sup>	Syx	Syxt	F
17	$H_t - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 \text{ Log } D)$	b0 = -484,422389 b1 = 360,1455132	0,76	20,7016	3,8876	46179,57
18	$H_t - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D + b_2 D^2 + b_3 D^3)$	b0 = -8,9953951 b1 = 1,29828084 b2 = 0,020714295 b3 = 0,000047995	0,89	9,0254	2,4536	39007,79
19	$H_t - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1/D + b_2 D)$	b0 = -204,2998069 b1 = 2841,434539 b2 = 5,270592308	0,88	20,4183	3,8344	54739,99
20	$H_t - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D)^2$	b0 = 18,99348863 b1 = 0,031923142	0,29	19,4646	3,6553	5622,42
21	$H_t - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D)$	b0 = -66,21287048 b1 = 3,774293157	0,86	20,3587	3,8232	90745,134

QUADRO 31: Coeficientes e estatística básica da relação hipsométrica dos modelos de regressão testados para estimar a altura comercial do Centro Herrera

Nº	EQUAÇÃO	COEFICIENTES	R <sup>2</sup>	Syx	Syxt	F
1	Hc = b0 + b1D	b0 = 8,663139505 b1 = 0,085220199	0,35	3,7313	-	1310,16
2	Hc = b0 + b1D + b2D <sup>2</sup>	b0 = 5,563456359 b1 = 0,226117336 b2 = -1,40657E-03	0,35	3,7071	-	758,65
3	Hc = b0 + b1/D	b0 = 16,51316570 b1 = -161,3151147	0,35	3,7065	-	1521,35
4	Hc = b0 + b1/D + b2D	b0 = 16,33899162 b1 = -157,9471011 b2 = 2,04527E-03	0,36	3,7066	-	760,68
5	Hc=b0+b1D+b2D <sup>2</sup> +b3D <sup>3</sup>	b0 = 2,97859492 b1 = 0,386952782 b2 = -4,40225E-03 b3 = 1,66640E-05	0,36	3,7042	-	514,48
6	LogHc = b0+b1LogD+b2D	b0 = 0,017258406 b1 = 0,762461682 b2 = -4,11582E-03	0,34	0,1449	3,8270	780,09
7	LogHc = b0 + b1D + b2D <sup>2</sup>	b0 = 0,792395888 b1 = 9,39333E-03 b2 = -6,17835E-05	0,34	0,1454	3,8505	728,53

Continua

QUADRO 31 : Coeficientes e estatística básica da relação hipsométrica dos modelos de regressão testados para estimar a altura comercial do Centro Herrera (continuação)

Nº	EQUAÇÃO	COEFICIENTES	R <sup>2</sup>	Syx	Syxt	F
8	$H_c = b_0 + b_1 \text{ Log } D$	$b_0 = -2,48840908$ $b_1 = 9,2228224$	0,34	3,7082	-	1506,66
9	$H_c = b_0 + b_1/D^2$	$b_0 = 14,44845557$ $b_1 = -2919,722295$	0,35	3,7088	-	1501,80
10	$H_c = b_0 + b_1 D^2$	$b_0 = 10,72515732$ $b_1 = 7,38419E-04$	0,30	3,7662	-	1019,55
11	$H_c - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D + b_2 D^2)$	$b_0 = 23,19249433$ $b_1 = 0,322901599$ $b_2 = 0,0690218508$	0,74	8,3572	2,0346	10358,69
12	$\text{Log } H_c = \text{Log } b_0 + b_1 \text{ Log } D$	$b_0 = -0,30417664$ $b_1 = 0,354993379$	0,32	0,1454	3,8505	1450,20
13	$\text{Log } H_c = b_0 + b_1 D$	$b_0 = 0,928549236$ $b_1 = 3,20443E-03$	0,30	0,1466	3,9071	1199,26
14	$\text{Log } H_c = b_0 + b_1 \text{ Log } D$	$b_0 = 0,496391068$ $b_1 = 0,354993379$	0,32	0,1454	3,8505	1450,20

Continua

QUADRO 31: Coeficientes e estatística básica da relação hipsométrica dos modelos de regressão testatos para estimar a altura comercial do Centro Herrera (continuação)

Nº	EQUAÇÃO	COEFICIENTES	R <sup>2</sup>	Syx	Syxt	F
15	$H_c = D^2 / (b_0 + b_1 D^2) + 1,3$	b0 = 33,32902562 b1 = 0,081897956	0,59	18,4779	3,4700	20707,38
16	$1/\sqrt[3]{H_c - 1,3} = b_0 + b_1/D$	b0 = 10,01955251 b1 = 0,02336741	0,37	18,7505	3,5212	3246,44
17	$H_c - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 \text{ Log} D)$	b0 = -1037,473717 b1 = 770,8729874	0,48	16,4948	3,0976	13296,61
18	$H_c - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D + b_2 D^2 + b_3 D^3)$	b0 = -18,4121591 b1 = 3,45826881 b2 = 0,012292889 b3 = 4,17171E-04	0,59	10,2406	3,0948	6924,65
19	$H_c - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1/D + b_2 D) + 1,3$	b0 = -544,3475552 b1 = 8195,650493 b2 = 12,49132919	0,58	16,4405	3,0874	9958,50
20	$H_c - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D)^2 + 1,3$	b0 = 7,626019908 b1 = 0,513986462	0,25	18,5125	3,4765	3772,12
21	$H_c - 1,3 = D^2 / (b_0 + b_1 D)$	b0 = -146,0585034 b1 = 8,175500435	0,56	16,4441	3,0876	18082,23



QUADRO 32: Coeficientes e estatística básica da relação altura total/altura comercial dos modelos de regressão testados para estimar a altura total do Centro Herrera

Nº	EQUAÇÃO	COEFICIENTES	R <sup>2</sup>	Syx	Syxt	F
1	Ht = b0 + b1Hc	b0 = 13,3241726 b1 = 0,695434992	0,40	3,3493	-	9457,45
2	Ht = b0+b1Hc+b2Hc <sup>2</sup>	b0 = 14,8149333 b1 = 0,428543196 b2 = 0,00915443253	0,56	2,1176	-	4823,08
3	Ht = b0 + b1Hc <sup>2</sup>	b0 = 17,271004 b1 = 0,0276244514	0,40	3,3423	-	9558,13
4	LogHt=b0+b1LogHc+b2Hc	b0 = 1,157094906 b1 = -0,00500148 b2 = 0,014579497	0,42	0,0711	3,3499	4486,67
5	LogHt=b0+b1Hc+b2Hc <sup>2</sup>	b0 = 1,159835827 b1 = 0,013365737 b2 = 0,0000411567	0,41	0,0711	3,3499	4487,87
6	LogHt = b0 + b1 LogHc	b0 = 0,94775677 b1 = 0,35955814	0,39	0,0721	3,4126	8376,80
7	LogH = b0+b1Hc	b0 = 1,154124855 b1 = 0,014387682	0,39	0,0712	3,3500	8973,75

QUADRO 33: Coeficientes e estatística básica da relação altura total/altura comercial dos modelos de regressão testados para estimar a altura comercial do Centro Herrera

Nº	EQUAÇÃO	COEFICIENTES	R <sup>2</sup>	Syx	Syxt	F
1	Hc = b0 + b1Ht	b0 = -0,355042159 b1 = 0,568927500	0,40	3,0494	-	9457,45
2	Hc=b0+b1Ht+b2Ht <sup>2</sup>	b0 = -2,549033882 b1 = 0,839225673 b2 = -0,0075132924	0,48	2,9075	-	4730,91
3	Hc = b0 + b1Ht <sup>2</sup>	b0 = 5,770382966 b1 = 0,012707463	0,39	3,0489	-	9132,97
4	LogHc=b0+b1LogHt+b2Ht	b0 = 0,06771517 b1 = 0,59385183 b2 = 9,10926E-03	0,37	0,0649	3,0605	4222,93
5	LogHc = b0+b1Ht+b2Ht <sup>2</sup>	b0 = 0,323546697 b1 = 0,046524215 b2 = -5,70945E-04	0,38	0,0649	3,0585	4299,84
6	LogHc = b0+b1 LogHt	b0 = -0,301365229 b1 = 1,020799198	0,37	0,0650	3,0666	8376,80
7	LogHc = b0 + b1Ht	b0 = 0,589059393 b1 = 0,021410719	0,37	0,0655	3,0903	8316,00

QUADRO 34: Coeficientes e estatística básica da relação altura total/DAP, altura comercial dos modelos de regressão testados para estimar a altura total do Centro Herrera

Nº	EQUAÇÃO	COEFICIENTES	R <sup>2</sup>	Syx	Syxt	F
1	$H_t = b_0 + b_1 H_c^2 + b_2 \text{Log} D$	$b_0 = -0,34737787$ $b_1 = 0,22922623$ $b_2 = 11,72427673$	0,51	3,0113	-	7562,93
2	$\text{Log} H_t = b_0 + b_1 H_c + b_2 \text{Log} D$	$b_0 = 0,80682234$ $b_1 = 0,011924199$ $b_2 = 0,240563991$	0,49	0,06462	3,0178	6963,74
3	$H_t = D^2 / (b_0 + b_1 D^2 + b_2 (D^2 / H_c - 1,3)) + 1,3$	$b_0 = 14,6366455$ $b_1 = 0,03019959$ $b_2 = 0,086256198$	0,91	6,0549	2,6032	73231,50